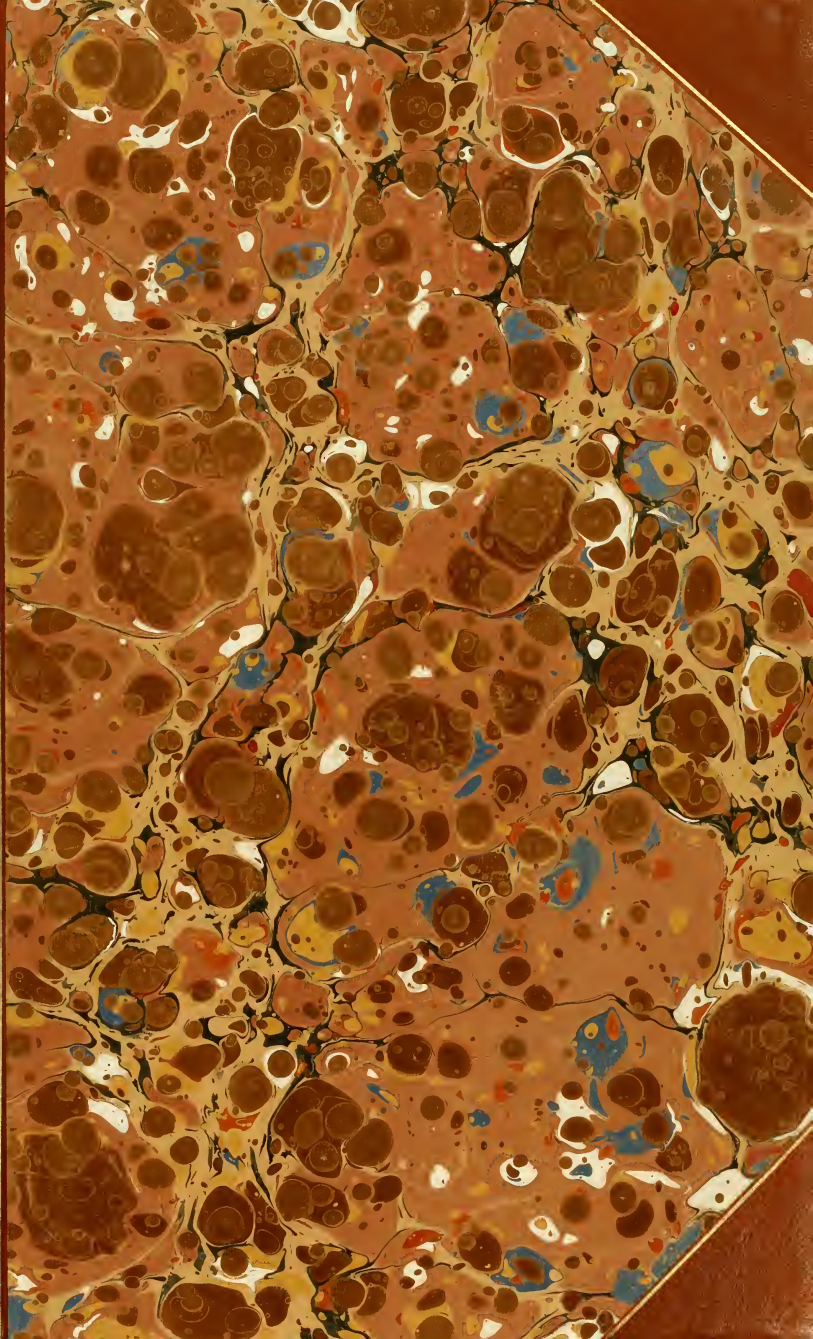


MAYNARD M. METCALF,

# ÉTUDES

## SUR LES ORGANES ÉLÉMENTAIRES

## DES VÉGÉTAUX,

COMPARÉS

## AUX ANIMALCULES DES INFUSIONS VÉGÉTALES.

Nancy, imprimerie de A. Dard, rue des Ponts, 4 *bis*.

MAYNARD M. METCALF,

# ÉTUDES PHYSIOLOGIQUES

SUR LES

# ANIMALCULES DES INFUSIONS VÉGÉTALES,

COMPARÉS AUX

## ORGANES ÉLÉMENTAIRES

# DES VÉGÉTAUX,

PAR PAUL LAURENT,

INSPECTEUR DES FORÊTS EN RETRAITE, MEMBRE DE L'ACADÉMIE DE STANISLAS, DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DE METZ ET DE LA SOCIÉTÉ D'ÉMULATION DES VOSGES, ETC., ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE.

TOME SECOND.

## DES ORGANES ÉLÉMENTAIRES DES VÉGÉTAUX.

*E stercore margarita.....*

PARIS,

CHEZ J.-B. BAILLIÈRE, LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE NATIONALE DE MÉDECINE, RUE HAUTEFEUILLE, 19;
H. BAILLIÈRE, LIBRAIRE A LONDRES, 219, REGENT-STREET; A NEW-YORK, 290, BROUDWAY;
C. BAILLIÈRE, A MADRID, CALLE DEL PRINCIPE, N° 11.

1858.

## OUVRAGES DU MÊME AUTEUR.

De l'Influence de la Culture, en général, sur l'atmosphère, et de celle des Reboisements. — 1845.

De la Direction et de l'Action des Vents, pendant les orages, en pays de montagnes, et notamment dans les forêts. — Brochure in-8°, avec planche. — 1846. (Épuisée.)

Mémoires et Observations microscopiques sur l'Organisme végétal et sur les Infusoires. — Plusieurs brochures in-8°, avec planches (extraites des *Mémoires de la Société des Sciences, Lettres et Arts de Nancy*).

De la Formation des Corps. — Brochure in-8°, avec planches. — 1852. (Épuisée.)

Traité de Perspective linéaire et aérienne. — Un volume in-8°, avec planche; 2e édition. — 1858.

Traité de Dessin linéaire, par M. Laurent père et ses deux fils, Paul et Jules Laurent. — Grand in-folio. — 1825.

Mécanisme pour faire remonter les rivières à des mobiles, par la seule force de projection de l'eau de ces rivières. — Brochure in-8°, avec planche. — 1840.

Précis du Cours de Constructions forestières à l'école de Nancy :
- PREMIÈRE ANNÉE. — Des Constructions en général. — Un fort volume in-8°, avec planche; seconde édition. — 1848.
- SECONDE ANNÉE. — Du Transport des Bois. — Un fort volume in-8°, avec planche; seconde édition. — 1848. (Épuisé.)

Modèle de Projets de routes; devis; travaux d'art. — Brochure in-8°, avec planche. — 1845. (Épuisée.)

Appendice au Cours de Constructions forestières. — Un volume in-8°, avec planche. (Épuisé.)

Table pour calculer les Différences de Niveau. — Feuille in-8°.

Perfectionnement à l'Instrument appelé *Stadia*, et qui sert à mesurer les distances horizontales. — Brochure in-8°. — 1845. (Épuisée.)

Des Scieries de l'Administration forestière, et des Réservoirs d'alimentation. — Brochure in-8°. — 1841.

De la Déclivité la plus avantageuse à donner aux routes, pour des chariots marchant au pas. — Brochure in-8°.—1847. (Épuisée.)

Expériences de Traction, exécutées au moyen d'un chariot marchant au pas, sur les rampes du versant occidental du Donon. — Brochure in-8°. — 1847. (Épuisée.)

Deux Mémoires sur la Poussée des Voûtes. — Brochures in-8°, avec planches. — 1840. — 1841. (Épuisées.)

Du Produit du Sol forestier. — Un volume, première et seconde partie. — 1848. — 1849.

Réponse au rédacteur des *Annales forestières*. — Brochure. — 1849.

Du Taux du Placement du Capital engagé dans les forêts de l'État. — Brochure. — 1850. (Extraits des Mémoires lus au congrès scientifique.)

De l'Emploi du Fumier. (*Ami des Sciences*. — 1857.)

Du premier Carbone des Plantes primitives. (*Idem*.)

MAYNARD M. METCALF,

# ÉTUDES PHYSIOLOGIQUES

SUR LES

# ORGANES ÉLÉMENTAIRES DES VÉGÉTAUX

*Comparés aux animalcules des infusions végétales, à leurs associations et à leurs travaux.*

BIOLOGICAL LABORATORY

## TOME SECOND.

## AVANT-PROPOS.

Nous avons reconnu, dans notre premier volume, que les animalcules des infusions végétales pouvaient jouir de deux existences, en apparence fort différentes, selon le degré de vitalité qu'ils avaient acquis, en raison des conditions plus ou moins favorables de nutrition et de température dans lesquelles ceux dont ils étaient issus, ou eux-mêmes, avaient vécu. C'est ainsi que, s'ils sont doués d'une vie active, on les voit se livrer à toutes les allures d'une complète indépendance, tandis que, si leur vitalité plus restreinte les force à un repos presque complet, ils ne tardent pas, sentant bien que l'union fait la force, à s'associer insensiblement, les uns aux autres, en chapelets, en bandelettes et même en tissus qui offrent une ressemblance frappante avec d'autres organes qu'on rencontre dans les tissus végétaux.

Déjà, depuis de longues années, nous avions été frappé de ces similitudes entre certains éléments du tissu cellulaire des végétaux et les conferves, et il y a vingt ans que nous l'avions indiqué dans les Mémoires de la Société des Sciences, Lettres et Arts de Nancy. Mais aujourd'hui, après tout ce que nous avons exposé dans notre premier volume, le moment nous paraît venu de faire voir, avec tous les détails nécessaires, jusqu'à quel point les organes élémentaires des végétaux peuvent être légitimement assimilés aux formations qui s'organisent dans les infusions et que jusqu'ici nous n'avons osé nommer que *quasi* végétales.



39736

Or, dans cet examen, nous avons pensé que nous ne pouvions mieux faire que de chercher à suivre une marche, autant que possible, rigoureusement parallèle à celle que nous avions observée dans l'étude des infusoires.

Si donc, dans notre premier volume, nous avons examiné avec soin d'abord la constitution de l'enveloppe de nos polypes, nous sommes conduit, maintenant, à porter toute notre attention sur celle de l'utricule végétale, attendu que cette utricule est incontestablement l'élément primordial de toutes les membranes végétales, de même que les membranes, dues aux associations des infusoires, ou aux rassemblements de leurs germes, ont pour molécules intégrantes ces mêmes animalcules ou ces mêmes germes.

Je m'attends bien à ce qu'on m'objecte, *à priori*, qu'il semble difficile d'établir des ressemblances entre les enveloppes des animalcules auxquels nous avons reconnu, la plupart du temps, des ouvertures spéciales, et les cellules végétales, qui ne sont généralement qu'un véritable sac continu et sans ouvertures.

Nous allons répondre à cela que nous chercherons tout d'abord à prouver par des faits que, dans certains cas, cette comparaison, ce rapprochement sont possibles, eu égard même à ces ouvertures spéciales.

Toutefois, on comprendra sans peine que si l'on veut tenter un rapprochement de ce genre avec quelque chance de succès, il faut, avant tout et autant que possible, se placer dans des circonstances ou conditions semblables dans les deux séries d'individus observés, et suivre la cellule dès sa naissance jusqu'à sa mort, et même après sa mort, jusqu'à sa décomposition, en suivant le même ordre que dans l'étude que nous avons faite des animalcules des eaux.

En outre, si nous voulons examiner les enveloppes des utricules végétales, nous nous garderons bien, d'abord, de les extraire d'un tissu serré et continu, où la pression qu'elles ont dû subir, pendant un temps plus ou moins long, les a plus ou moins altérées dans leur ensemble et dans leurs détails.

C'est par conséquent dans les organisations jeunes, les plus lâches, qui sont nées et ont pu vivre isolées et dans de bonnes conditions de température et de nutrition, qu'il nous a paru rationnel de rechercher, au milieu des liquides végétaux, des cellules qui ont pu conserver ainsi toute la netteté de leur organisation primitive.

FIN DE L'AVANT-PROPOS.

# CHAPITRE Ier.

MUSEUM OF COMPARATIVE ZOOLOGY LIBRARY

## ÉTUDE DE LA CELLULE VÉGÉTALE.

### COMPARAISON ENTRE DES INFUSOIRES ET CERTAINES UTRICULES VÉGÉTALES QU'ON RENCONTRE ISOLÉES DANS LES LIQUIDES SÉVEUX.

### § Ier.

*Similitudes de formes entre les enveloppes de certains infusoires et de certaines utricules végétales.*

Quand on serre fortement, entre les doigts, la tige d'un végétal à tissu lâche, une tige, par exemple, de *Cucurbita Pepo* ou de *Tussilago petasites*, on en fait sortir un grand nombre de petits fragments végétaux, au milieu desquels se présentent des utricules libres et qui paraissent s'être développées solitairement dans le liquide séveux. Ces utricules ne sont pas toutes constituées de la même manière. Nous allons décrire celles qui, en très-petit nombre, nous en convenons, nous ont paru les plus propres à établir des rapprochements entre leur organisation et celle de certains infusoires. Toutes les figures que nous présenterons dans ce second volume ont été dessinées sous le microscope, pour être aussi reproduites par nous par la voie de la lithographie, ainsi qu'il a été fait déjà pour la première partie éditée de notre travail.

Commençons par celles que nous a fournies la tige du *Cucurbita Pepo*.

Dans la figure 1 (planche I), on a retracé une de ces utricules. Sa forme approche de celle d'un ellipsoïde ; toutefois, en y regardant de plus près, on distingue à sa périphérie des pans, faiblement indiqués, à la vérité, mais qui lui donnent un contour quasi polygonal. Aux extrémités du grand axe et à chaque angle se montrent souvent de petits filaments semblables à des cils plus ou moins flétris.

Une seconde enveloppe est renfermée dans la première ; mais toutes deux sont déjà à moitié plissées. Quelques rares granules hyalins restent emprisonnés dans la seconde enveloppe.

En *e*, on remarque, comme l'indication confuse, j'en conviens, d'une bouche, et en *cad*, celle d'un orifice allongé et bordé de quelques cils. Cet organe se rapproche de l'organe expiratoire des animalcules de l'infusion d'un fragment de la tige du *Cucurbita Pepo*.

La bouche, indécise en *e* (figure 1), devient sensiblement plus distincte en *a*, dans les figures 2 et 3. Les utricules 2 et 3 sont aussi munies de deux enveloppes successives. La figure 4 laisse voir, non-seulement une bouche en *a*, mais aussi un anus en *b*. Il en est de même dans la figure 8.

Dans la figure 5, de la bouche ouverte sortent de nombreux corps. Un petit sphincter, très-comparable à celui de la figure 2 de la planche I du premier volume, se trouve placé à l'extrémité postérieure.

Dans l'utricule n° 6, deux orifices, l'un antérieur, l'autre postérieur, sont parfaitement marqués, ainsi que dans le n° 9, qui ressemble, d'une manière frappante, à l'animalcule indiqué dans la figure 1 de la première planche du premier volume. Toute la différence, c'est que ce dernier était doué de mouvements volontaires.

Le n° 7 a beaucoup de rapports avec les précédents.

Dans la figure 10, on ne voit plus de corps internes, si ce n'est une double enveloppe. Quant à la bouche restée béante, probablement après la sortie des germes intérieurs, elle est parfaitement distincte et bordée de cils incontestables. Il en est de même pour les figures 11, 12, 13 et 14.

Dans les n^os 15 et 16, les enveloppes sont sensiblement flétries et plissées ; elles ont pris l'aspect d'une vessie desséchée. Leur forme est entièrement assimilable à celle de la figure 8 (planche VIII, tome I^er), laquelle représente fidèlement un animalcule mort et plissé après son accouchement.

Quant à la figure 17, elle représente deux utricules soudées suivant la ligne *ab*, et, au premier aspect, on ne peut s'empêcher d'y remarquer les rapports de forme qu'elles ont avec les deux animalcules accouplés, figure 9 (planche III, tome I^er).

Dans les figures que nous venons de citer, il importe d'insister sur la position des cils, qui, tout flétris qu'ils soient, se trouvent exactement les mêmes que sur les animalcules sortis des infusions du même végétal ; car, généralement, ils sont assez distincts pour paraître semblables à ceux de ces mêmes infusoires morts et quand la rigidité de leurs cils a disparu.

Il y a donc déjà lieu de poser des rapprochements notables entre les cellules sorties du tissu lâche d'une tige de *Cucurbita Pepo* et les animalcules qui naissent dans une infusion d'un fragment de ce même végétal dans de l'eau de fumier ou même dans de l'eau pure, pourvu toutefois qu'on se donne la peine de trier, au milieu d'un très-grand nombre d'utricules expulsées par la pression, celles qui, ayant vécu en liberté, ont d'ailleurs des formes assez caractérisées pour autoriser, sans aucun doute, de semblables comparaisons.

Maintenant, nous allons tâcher de compléter ces rapports et notamment à propos de cet

organe des animalcules, auquel nous avons donné le nom d'organe respiratoire. Nous croyons, en effet, pouvoir démontrer que, dans certains cas, les utricules végétales en sont fournies.

Ainsi, par exemple, qu'on porte les yeux sur les n^os^ 12 et 20 (planche I), qui nous représentent des utricules extraites, entre cent autres, du tissu cellulaire d'une tige de *Cucurbita Pepo,* et l'on y reconnaîtra tout d'abord, outre un orifice antérieur et un orifice postérieur, une troisième ouverture garnie, comme les deux premiers, de cils puissants, et qui, placée sur la panse de l'utricule, correspond, d'une manière frappante, aux organes respiratoires que nous avons remarqués tant de fois sur les animalcules des eaux, quand ils sont arrivés déjà à un terme avancé de leur vie. Le bourrelet circulaire qui borde cet orifice est caractéristique, ainsi que les cils qui y sont implantés.

Dans les figures 1 et 2 de la même planche, on voit encore des orifices *cd* anologues à ceux des n^os^ 2 et 3 de la planche I du premier volume, mais beaucoup plus allongés.

Quant à celles qui sont dessinées dans les figures 18 et 19, on y voit un grand nombre de pertuis comparables à ceux que nous avons plus d'une fois signalés sur les enveloppes des infusoires fort âgés, figures 10 et 12 (planche X, tome I^er^). Les pertuis de ces derniers, s'étant manifestés, on se le rappelle, après l'accouchement et l'émission des organes internes, il y a lieu encore ici de faire ce rapprochement, à savoir, que, dans l'utricule n° 18 (planche I), on ne voit plus de globulins, et qu'il en est de même dans la figure 19. Cette dernière n'était pas extraite du tissu cellulaire du *Cucurbita Pepo,* mais du parenchyme d'une feuille d'iris.

Nous venons de retrouver, dans certaines utricules végétales, les principaux traits caractéristiques de la constitution des infusoires. On se tromperait si l'on pensait que ces mêmes caractères ne nous ont apparu que dans de très-rares exceptions et, pour ainsi dire, comme des jeux de la nature, voire même comme des illusions d'optique; car nous en avons aperçu beaucoup d'autres, en concentrant toutefois de préférence nos recherches sur des tissus très-lâches et notamment sur un assez grand nombre de baies.

Ainsi, la figure 1 (planche II), qui nous montre un ovule d'une baie de *Solanum tuberosum,* laisse apercevoir une fente parfaitement caractérisée dans le sens de la longueur de l'utricule et entourée d'une rangée de grosses cellules, comme dans certains infusoires. Cette fente correspond à celle que nous avons décrite dans les figures 7 et 9 de la planche III, tome I^er^. L'utricule n° 21 (planche II, second volume) nous montre un orifice semblable et bien constitué; il en est de même dans le n° 23; il y en a deux dont les bords sont près de se résoudre en grains, comme nous l'avons déjà reconnu chez les infusoires. Du reste, le n° 1 n'a qu'un orifice ou bouche; les trois autres en ont deux très-caractérisés et garnis de cils puissants, ainsi que plusieurs autres de la même planche. Tous ces exemples sont pris dans le parenchyme de la baie du même *Solanum.*

Dans la planche III, l'utricule 5, tirée d'une baie de tomate, nous permet de suivre nettement de l'œil la ligne qui, partant du sommet de l'utricule, la divise jusqu'en bas, et, au point *a*,

la dilatation des deux bords de cette fente, d'où résulte un orifice arrondi et garni de petits filets surmontés chacun d'un petit bouton.

Dans la planche IV, figures 6, 7, 8 et 9, un ou deux orifices, ligne médiane très-marquée dans les trois dernières, plus un appareil semblable à l'orifice expiratoire des animalcules. (Baie de tomate.)

Dans la figure 8, il ne faut pas manquer de remarquer la constitution cellulaire de l'enveloppe de l'utricule. Cette constitution, déjà signalée dans la figure 1 de la planche II, nous avons à la signaler encore dans les jeunes ovules du *Solanum T.* dessinés dans les figures 3, 4, 5, 6 et 8 de la planche VI.

Du reste, dans la planche V sont indiqués, figures 1, 2, 3, 10, 18 et 19, des divisions à la surface des utricules et un sphincter bien caractérisé dans la figure 1.

L'utricule 4 de la planche IV est composé de quatre cellules réunies.

Des rapports frappants entre les enveloppes des infusoires et les utricules purement végétales sont encore faciles à saisir dans les figures 2, 3, 9, 10, 14, 20, 22, 23 de la planche II. On y voit, en effet, de ces utricules avec une bouche béante garnie de cils; plusieurs ont aussi un sphincter à la partie postérieure.

La planche VII nous montre la grande utricule n° 14 percée d'un appareil circulaire au milieu de son enveloppe ; enfin, la figure 2 de la planche VIII nous fait voir encore deux orifices très-marqués aux extrémités du grand axe de l'utricule ; ces ouvertures béantes sont garnies de cils.

Nous venons d'indiquer au lecteur, dans les tissus lâches des végétaux et par conséquent de préférence dans certaines baies, trois des traits qui caractérisent le mieux les enveloppes des animalcules des eaux. Mais, avant d'aller plus loin, il nous semble utile de nous arrêter quelques instants pour insister sur une circonstance toute particulière qui nous paraît digne d'attirer notre attention.

Qu'on veuille bien jeter les yeux d'abord sur la figure 3 de la planche II et sur les figures 2 et 4 de la planche III, on verra que les utricules végétales fournies, la première, par la baie du *Solanum T.*, les deux autres, par celle de la tomate, contiennent une autre utricule munie d'une ouverture et ayant la forme d'une vorticelle. Pour compléter la ressemblance, la première de ces utricules a une sorte de cordon ombilical qui correspond à l'appareil caudal des vorticelles. Dans la seconde, la bouche est encore identique à celle des vorticelles que nous avons représentées dans les planches de notre premier volume. Pareille chose encore nous apparaît dans la figure 1 de la planche IV ; seulement, au lieu d'une seule utricule interne, il y en a deux, et, de plus, une de ces deux-là est à moitié sortie déjà de l'utricule-mère. Nous avons d'ailleurs signalé des exemples tout pareils dans les polypes de la planche X du premier volume (figures 2, 3, 4, 5 et 6).

Maintenant, voyons la figure 2 de la planche III, et nous y reconnaîtrons une utricule *b* contenue dans l'utricule-mère, et dont la bouche est venue s'appliquer contre l'enveloppe de celle-ci. Quelque chose de plus doit être remarqué encore dans la figure 7 de cette même

planche, car l'appareil interne de forme vorticellaire, qui y est représenté en *b*, a non-seulement une queue composée de deux minces lanières, mais aussi la bouche est garnie de cils terminés par un bouton.

Or, qu'on veuille se reporter à l'appareil que nous avons décrit, tome I^er^, dans la figure 1 de la planche VII, lequel venait apparaître brillant à la surface de l'infusoire où il était enfermé, et qui, en s'en éloignant, finissait par disparaître aux yeux surpris du spectateur, et l'on sera nécessairement frappé de la ressemblance de cet appareil avec ceux que nous venons de faire voir dans les utricules végétales. Il y a même plus, c'est que si l'on veut bien remarquer que les utricules internes des figures 2, 3, 4, 7 et 8 de la planche III ont toutes une disposition en hélice, soit par la forme de leur enveloppe, soit par leur appareil caudal, on arrive à penser qu'à cette disposition peut être attachée la faculté de se rapprocher et de s'éloigner alternativement, si lentement que ce soit, de l'enveloppe-mère, comme nous l'avons déjà vu pour les infusoires, de telle sorte que ces organes nous sembleraient, peut-être, des espèces de trachées comparables à celles des insectes, et un lien de plus, non-seulement entre les utricules végétales et les infusoires, mais aussi un point de contact entre ces animalcules et les insectes.

## § II.

### *Utricules végétales à formes comparables à celles des vorticelles.*

Les figures 5, 10 et 13 de la planche I, la figure 20 de la planche II et d'autres que nous avons signalées, présentent déjà de grands rapports avec certaines vorticelles débarrassées de leur queue; si l'on veut bien jeter encore les yeux sur les figures 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17 et 24 de la planche II, que nous avons tracées d'après des utricules extraites du parenchyme de la baie du *Solanum tuberosum*, on ne pourra s'empêcher de remarquer encore plus cette similitude frappante, et cependant, ici, la plupart de ces utricules sont de nature amilacée; car les sujets que représentent ces figures virent généralement, plus ou moins, au bleu, sous l'influence de la teinture d'iode, ou au moins les granules ou globulins qu'ils renferment encore et qui, fréquemment, en contiennent plusieurs emboîtés les uns dans les autres. Quant aux bouches de ces utricules, à forme vorticellaire, elles offrent une identité parfaite avec un bon nombre de celles que nous avons représentées dans notre premier volume et à d'autres encore que nous avons rencontrées dans nos expériences et que nous n'avons pas montrées au lecteur, par la raison, facile à comprendre, qu'à force d'en voir, la place a fini par nous manquer pour cette multitude indéfinie de détails.

Nous appellerons particulièrement l'attention du lecteur sur la manière dont les cils sont implantés autour de la bouche, qui est absolument la même que chez les vorticelles. Ainsi, par

exemple, n'y a-t-il pas lieu d'être frappé de la ressemblance des cils des figures 5, 6, 7, 12 et 13 avec ceux des figures 16 et 17 de la planche II du premier volume et des n^os 10 et 15 de la planche VI du même tome?

Quant à l'utricule n° 19 de la planche II, à celle de la figure 8 de la planche VI, et à celles des figures 7, 9, et 10 de la planche VII, il est évident que leurs enveloppes extérieures sont le résultat d'une lanière tournée sur elle-même en tire-bourre, ainsi que nous l'avons indiqué dans les figures 2, 3 et 4 de la planche III du premier volume.

Il est vrai que, dans ces diverses utricules, nous n'avons pas vu d'organe correspondant à l'appareil expiratoire ; mais cet appareil a été signalé déjà dans beaucoup d'autres.

Dans la figure 23, deux orifices, de forme hexagonale, percent l'enveloppe de l'utricule, et chacun d'eux est bordé par des granules juxtaposés. Or, souvent, dans les vieilles infusions, nous l'avons déjà dit ailleurs, il nous est arrivé de tomber sur des animalcules âgés, tout près de se décomposer et chez lesquels la constitution des bords de l'appareil respiratoire se montrait exactement la même que dans ce n° 23. Les grains séparés, dont les bords étaient formés chez ces polypes, avaient été auparavant des cellules assemblées bout-à-bout, comme nous l'avons retracé au premier volume, dans les figures 4 et 5 de la planche I et dans les n^os 4 et 6, dans lesquelles les cellules des bords, commençant à se séparer, reprenaient la forme ovoïde de granules libres.

Il nous reste, avant d'aller plus loin, à compléter les rapports de forme extérieure entre les vorticelles des infusions et certaines utricules végétales ; nous voulons parler ici des appareils cauliformes que nous avons tant de fois mentionnés chez les vorticelles proprement dites. Nous allons faire voir des rapprochements très-légitimes à ce sujet. Nous étions loin, *à priori*, de soupçonner quelques-uns d'entre eux.

Si l'on jette, en effet, les yeux sur les figures 8, 9, 10, 11, 12, 13 et 14 de la planche VI, qui nous donnent la représentation fidèle d'utricules végétales sorties par compression des baies du *Solanum tuberosum*, il est impossible de ne pas reconnaître la parité complète des appareils caulinaires qui sortent des utricules qui y sont représentées et de ceux que, dans le premier volume, nous avons déjà fait connaître à l'égard des vorticelles.

L'appareil caudal des n^os 8 et 9 (parenchyme d'une baie de *Solanum T.*) n'est-il pas, en effet, composé, comme dans un très-grand nombre de vorticelles, de deux petites lanières tournées en hélice, telles que celles que nous en avons montrées (tome I^er, figures 13 et 16, planche I, et figure 21, planche XV)?

La figure 11 de la même planche VI (tome II) ne nous offre-t-elle pas, encore dans les mêmes baies, ainsi que les figures 14 et 15, une queue plus ou moins allongée comparable en tout à celles des figures 14 et 15 de la planche I du tome I^er?

Quant au n° 2 de la planche VI (tome II), elle est, comme les précédentes, composée d'une

lanière unique ; mais cette lanière est terminée par un petit appareil en forme de calice à plusieurs divisions. Or, plusieurs fois, dans nos recherches sur les infusoires, nous avons remarqué des queues de vorticelles ainsi constituées.

La figure 3 de de la planche XI (tome I^er^) montre un animalcule dont l'appareil caudal est formé d'une seule lanière qui se bifurque à son extrémité.

Au surplus, la figure 2 (planche VII) donne, sur une plus grand échelle, une de ces queues d'utricules, en tout semblables à d'autres que nons avons, maintes fois, observées chez les vorticelles. Cette queue se constitue d'une lanière qui se termine par trois doigts articulés, et l'un de ces doigts est lui-même double à son extrémité. (Baie de *Solanum T.*)

La figure 1 de la même planche montre une autre queue articulée aussi et terminée par un bouton.

Les queues des n^os^ 3 et 22 (planche VII) sont de simples rubans tournés sur eux-mêmes sur une partie de leur longueur, de manière à pouvir former un cylindre creux, et cette lanière, dans son extrémité, commence à se bifurquer, comme d'ailleurs dans l'utricule n° 11.

Parfois encore, des fragments de rubans ou de queues rompues se distinguent à l'extrémité postérieure de certaines utricules. C'est ce qui se voit aux figures 10, 14 et 15 de la planche VI, tout comme on a déjà pu le remarquer (tome I^er^, planche I, figures 13, 14 et 15, et planche II, figures 1 et 5).

Des utricules 5 et 15 (planche VII) commence à sortir une spire simple chez l'une et double chez l'autre, comme il en a été représenté une (planche II, figure 15, tome I^er^).

Enfin, pour terminer, au point de vue des appareils caudaux, les rapprochements entre les polypes-vorticelles et les utricules végétales, nous appellerons toute l'attention du lecteur sur la grande utricule de la figure 14 (planche VII). Cette utricule, extraite, comme la plupart de celles que nous venons de citer, d'une baie de *Solanum T.*, a deux orifices très-marqués garnis de cils puissants, et, en outre, un appareil respiratoire circulaire et fortement développé. Mais ce qui est encore extrêmement remarquable, c'est l'appareil caudal, qui se compose de plusieurs filaments entrelacés, précisément comme dans les figures 6 et 7 de la planche I du tome I^er^, et s'appuyant sur une espèce de stipule terminée, dans l'utricule 14, par une patte à quatre doigts. Un certain nombre des filaments sortis de l'utricule sont terminés par de petits sphéroïdes.

On conviendra que toutes ces similitudes, que nous avons fait déjà passer sous les yeux du lecteur, et dans des cas si bien caractérisés par des détails tout particuliers, ne sauraient être attribués au hasard et à de simples jeux de la nature, et tendent à établir des rapprochements très-sensibles entre certaines utricules végétales et certains infusoires.

Au surplus, l'examen des baies de *Solanum tuberosum* nous a donné lieu de constater un fait physiologique d'une haute importance et qu'il faut rattacher aux appareils caulinaires que nous venons de passer en revue.

Mais, avant tout, il nous paraît nécessaire de bien définir les circonstances dans lesquelles ce fait nous a apparu un petit nombre de fois.

On venait d'entrer en automne, et, dans un champ que nous cultivions, nous avions recueilli nous-même des baies de *Solanum T.* Ces baies nous ont paru saines, vertes et exemptes de taches extérieures roussâtres qui indiquent ordinairement un commencement de pourriture. Les plantes sur lesquelles nous les avions cueillies étaient pareillement saines et en bon état.

Or, non-seulement l'étude, au microscope, du parenchyme de ces baies, nous y a fait découvrir, ainsi que nous l'avons déjà dit, des utricules de forme vorticellaire et munies de queues, à la vérité, parfaitement inertes, mais encore elle nous y a fait découvrir de véritables vorticelles jouissant, dans les eaux de la sève, de locomotion incontestable.

Ainsi, par exemple, sur la grosse utricule dessinée (figure 1, planche VIII), nous avons pu voir, d'une manière certaine, une petite vorticelle en *a* et dont la queue, terminée par une clochette, tantôt se fixait sur l'enveloppe extérieure de cette utricule, et tantôt s'en détachait pour se promener doucement sur cette enveloppe, en y laissant traîner le bout de sa queue, comme si elle voulait être toujours prête à y jeter l'ancre et s'arrêter, au besoin, dans sa course.

Ce polype donnait d'ailleurs tous les signes d'animation particuliers aux vorticelles.

Sur la même enveloppe de l'utricule n° 1, en *b*, nous avons reconnu aussi un polype vert de Tremblai; or, nous ne savons pas que jamais pareilles circonstances aient été mentionnées par aucun observateur.

Une autre vorticelle, remarquable par la belle couleur verte de sa cloche, avait encore été extraite par nous d'une baie de *Solanum T.* (figure 3 en *a*, planche VIII.) Cette vorticelle n'y était pas seule; on en voyait encore deux autres petites en *c* et *b*.

Dans la figure 6 (planche IX) qui nous fait voir quatre grosses utricules, tirées encore des mêmes baies, et sur lesquelles sont dessinées trois vorticelles, deux très-petites, n$^{os}$ 1 et 2, sur l'utricule A; la seconde et la plus distincte est munie d'une queue composée de deux filaments tournés en hélice; et enfin une plus grosse encore sur le milieu de l'utricule D. Ainsi que la précédente, elle adhérait à l'enveloppe par de petits boutons qui terminaient les fils caulinaires.

Quelque extraordinaires que soient ces apparitions, non encore signalées jusqu'ici, cependant nous croyons pouvoir les rendre moins étonnantes, en rapportant deux autres circonstances qui semblent nous en donner la clé.

En effet, si l'on veut bien jeter les yeux sur l'utricule de la figure 1 de la planche IV, utricule extraite du parenchyme d'une baie de tomate, on y verra deux vorticelles parfaitement caractérisées dans l'intérieur de son enveloppe. Ces vorticelles y ont chacune une queue incontestable, et, de plus, la plus grosse de ces vorticelles est en train de sortir par la bouche de l'utricule.

Il nous semble donc probable que les vorticelles que nous avons aperçues dans le parenchyme

de diverses baies sont sorties des utricules mêmes de ces baies ; et ce qui achève de rendre pour nous cette opinion plus soutenable, c'est que nous sommes parvenu à rendre ces faits plus nombreux en laissant pendant quelques heures, pendant une nuit d'été, par exemple, macérer la baie dans de l'eau pure et mieux encore dans de l'eau corroborée par quelques gouttes d'eau de purin.

Il est vrai de dire que nous n'avons pu saisir, au milieu d'une multitude d'observations, qu'un assez petit nombre de cas de locomotion au milieu des tissus végétaux ; et cependant ne pourrait-on pas espérer qu'en portant sur ce point son attention éveillée, on en constaterait beaucoup d'autres? car bien des conditions nous semblent réunies, dans un tissu lâche comme celui d'une baie, pour un énergique développement de vitalité dans les germes d'animalcules qui, par une cause quelconque, peuvent y être contenus. Il reste ensuite à décider définitivement si ces corps organisés sont de même nature que les utricules végétales ; or, si la comparaison prolongée entre les uns et les autres n'aboutit, jusqu'à la fin, qu'à nous montrer de plus en plus de nouvelles similitudes de formes et de fonctions, pour certaines utricules végétales et certains animalcules des infusions, soit que ces infusions aient lieu naturellement dans les liquides séveux, soit qu'elles aient été préparées artificiellement dans nos expériences, ne sera-t-il pas logique de réunir les uns et les autres dans la même catégorie ; et cela, quoiqu'en vertu de circonstances moins favorables de vitalité, les utricules végétales ne se soient complètement développées que dans des cas tout exceptionnels, et que, la plupart du temps, leur constitution n'ait pu atteindre le degré de perfection de leurs correspondants dans la série animée des infusoires? Au surplus, nous aurons maintes fois occasion d'insister sur cette dernière considération.

## § III.

### *De l'influence d'une nourriture trop substantielle sur la vie végétale.*

Nous venons de reconnaître que, dans certaines circonstances données, des utricules animées, semblables de forme à certains animalcules, pouvaient vivre, après s'être développées dans les liquides séveux. Et en effet, nous ne voyons guère pourquoi il ne pourrait pas en être ainsi, car toutes les circonstances nécessaires pour cela nous paraissent réunies dans les tissus lâches, spongieux et aqueux des parties les plus animalisées des végétaux. Aussi est-ce dans les baies, organes qui présentent toutes ces conditions, que nous avons découvert des animalcules vivants et doués de locomotion, mêlés à d'autres êtres organisés de la même manière, mais qui n'affectaient aucuns mouvements.

D'après tout ce qui vient d'être dit, on comprend que l'on courra la chance d'aider aux phénomènes de locomotion, au milieu des tissus végétaux spéciaux dont nous venons de

parler, en rendant la sève moins visqueuse, soit par des arrosements abondants, soit par des immersions.

Et c'est bien aussi ce que nous avons obtenu en mettant macérer ces tissus dans de l'eau pure et mieux encore dans de l'eau animalisée par quelques gouttes de purin. En effet, une pareille immersion, prolongée pendant une nuit ou seulement même pendant quatre ou cinq heures, a singulièrement augmenté, nous le disions déjà tout à l'heure, au milieu des baies du *Solanum tuberosum*, le nombre des vorticelles ou des cloches animées de mouvements volontaires incontestables (1).

On nous dira, nous le pensons bien, que nous avons fait là une véritable infusion et qu'il n'y a rien d'étonnant à ce que cette même infusion ait fourni, au bout d'un temps donné, des animalcules. A cela nous nous contenterons de répondre qu'on a fait, il y a déjà long-temps, une semblable objection à Girod-Chantrans, quand il a annoncé la locomotion des propagules des conferves ; que cette objection a été reçue alors avec faveur, et que cependant aujourd'hui ces mêmes mouvements volontaires, si fermement niés alors, ne sont plus l'objet d'un doute près

---

(1) Le fait que nous venons de mentionner nous a semblé pouvoir conduire à l'explication rationnelle de l'état maladif dont un grand nombre de végétaux sont affligés depuis quelques années.

Prenons tout de suite pour exemple la maladie des pommes de terre, qui, à juste titre, a tant préoccupé les agriculteurs et les économistes.

Si l'on veut bien se reporter aux premières années où cette épidémie a commencé à sévir, on se rappellera qu'elle a apparu à la suite de grandes et fortes pluies auxquelles ont succédé de très-vives chaleurs en juillet et en août.

Qu'a-t-il dû se passer nécessairement dans de semblables conditions?

Les tiges des pommes de terre ont pris, sous l'influence des pluies abondantes, un développement d'autant plus excessif que, pour obtenir une récolte plus riche en tubercules, les cultivateurs avaient contracté l'habitude de fumer fortement leurs terres. Voilà donc des feuilles et des baies surchargées de matières azotées et charriées dans une sève aqueuse et sous l'influence des chaleurs les plus fortes de l'été. Certes, ce sont bien là toutes les conditions réunies pour qu'au milieu d'un tissu lâche, les germes d'animalcules d'infusion puissent se développer et vivre. Pourquoi donc des vorticelles ou autres animalcules, et même des parasites végétaux, ne s'y seraient-ils pas multipliés, pour y mourir ensuite, quand la sécheresse sera venue succéder à l'humidité excessive précédente?

S'il en a été ainsi, des générations d'infusoires ont dû déposer, au milieu du parenchyme des baies, de nombreux cadavres qui, ne tardant pas à s'y décomposer, ont été charriés par la sève descendante jusqu'aux extrémités inférieures de la plante, en y introduisant ainsi un énergique ferment de pourriture. Comment donc alors les tubercules auraient-ils échappé à ce principe désorganisateur, et doit-on s'étonner qu'on y ait reconnu des parasites de sortes diverses?

Tout ce que nous venons de dire est parfaitement en harmonie avec ce que l'étude de la maladie des pommes de terre a fait reconnaître ; car on sait que cette maladie commence à se manifester par les baies et les feuilles et que de là elle gagne les tiges pour arriver jusqu'aux tubercules.

Or, des quantités de ferment, si minimes qu'on voudra le supposer, introduites une première fois dans les tubercules, il n'est pas difficile de comprendre que, les années suivantes, ce même ferment pourra, les circonstances atmosphériques

des naturalistes qui ont, avec le microscope, étudié les derniers degrés de la vie végétale. D'ailleurs, dans le cas dont nous nous préoccupons aujourd'hui, cette objection n'aboutirait

---

aidant, y produire, par sa seule et pour ainsi dire inévitable énergie, les mêmes ravages que ceux de l'année précédente ; et plus encore, si des pluies, suivies de forts coups de soleil, viennent y ajouter de nouveaux germes de pourriture, en augmentant de plus en plus la masse du ferment; si d'ailleurs le cultivateur imprudent a continué à croire qu'à force d'engrais, il parviendrait à rétablir les conditions d'une végétation normale.

C'est, en effet, ainsi que les choses se sont passées. Une suite d'années humides consécutives et accompagnées de fortes et subites chaleurs ont commencé par attaquer les tiges, les feuilles et enfin les baies, et quand ces organes ont été noircis par la mort, les tubercules, enterrés dans le sol détrempé par une humidité permanente, en ont subi les fâcheuses conséquences, et la mort elle-même est venue les envahir, au moins en partie; de là apparition de moisissures et de champignons de sortes diverses. C'est là le sort de tout être organisé malade.

C'est ainsi que nous sommes arrivé à donner cette explication de l'épidémie qui a attaqué les produits d'une plante devenue une nourriture de première nécessité. Et nous estimons que cette explication peut conduire à des moyens préservatifs satisfaisants; car tout ce qui sera de nature à s'opposer à la production des parasites, en diminuant, d'une part, l'excès de nourriture animalisée, et en excitant, de l'autre, à la production de la partie féculente des tubercules, tendra à empêcher la fermentation putride qui, selon nous, est la cause première de l'affection morbide.

Ces considérations conduisent à modérer l'activité végétative de ces plantes plutôt qu'à l'exciter par de riches engrais ; car les produits obtenus ainsi seront, à la vérité, moins nombreux, mais de meilleure qualité; et, somme toute, même sous le rapport de la quantité, on n'y perdra que peu de chose ; car, si le produit effectif était en partie gâté, ainsi que cela s'est vu trop long-temps, en défalquant toute la partie viciée et en comptant bien, il est probable que le résultat utile des champs engraissés ne dépasserait guère celui des produits sains des terrains qui n'auraient pas été fumés.

Nous savons bien que des cultivateurs répondent à cela qu'ils ont planté des pommes de terre dans des champs qui, cette année-là, n'avaient pas été préalablement engraissés, et que cependant leur récolte a été à peu près aussi viciée que dans d'autres sur lesquels on avait porté du fumier.

Pour que cette objection eût une véritable valeur, il faudrait que toutes les autres circonstances eussent été les mêmes dans les deux cas. Or, toutes les fois que nous sommes allé à la vérification du fait annoncé, nous avons reconnu ou que les champs avaient été très-enrichis d'engrais les années précédentes, ce qu'on reconnaissait par les nombreux vestiges qui en restaient encore, ou que ces champs, exposés à l'ouest ou au nord-ouest, avaient été naturellement sous l'influence d'une température humide.

Il y a, indépendamment de cela, une cause plus efficace que celles que nous venons de mentionner ; car les engrais eux-mêmes ont été, depuis l'invasion de l'épidémie, d'une qualité fort douteuse. On n'a pas voulu perdre les tubercules gâtés, et on les a souvent servis comme nourriture aux bestiaux. Leur santé en a souffert ; le lait, le beurre, les œufs, la viande de boucherie et les hommes eux-mêmes s'en sont ressentis. Les déjections de tous ces êtres vivants ont donc bien pu, en général, empester tous les terrains cultivés par des ferments déjà riches de parasites, qui, se propageant chaque année, ont introduit des éléments de plus en plus hostiles dans les plantes que leur organisation prédisposait plus que les autres à en rendre les effets plus sensibles; et si l'on veut bien songer que, depuis quelques années, un grand nombre de végétaux sont malades, ne doit-on pas croire que, pour rétablir l'équilibre, il est indispensable de les régénérer par de bonnes semences et se contenter de récoltes moins abondantes d'abord, mais qui seront suivies bientôt par d'autres beaucoup plus satisfaisantes au point de vue de la qualité et de la quantité?

Toute l'expérience des temps passés ne fait-elle pas connaître que les terres maigres, les terres siliceuses par excellence,

qu'à nous servir de preuve, en constatant que des infusoires peuvent naître et vivre au milieu des tissus des baies.

---

conviennent à la culture de la pomme de terre ? C'est dans de semblables conditions que l'on a commencé la culture de cette solanée ; mais, insensiblement, le désir de récolter davantage l'a introduite dans les terres plus fortes et même dans les terrains naturellement fertiles et engraissés par de riches fumures ; et cette obstination à leur faire rapporter davantage a fini par compromettre cette plante et faire poser la question de savoir si l'on ne devrait pas l'abandonner.

Et cette manière d'augmenter, quand même, les produits, quoiqu'en partie morbides, ne s'en est pas tenue aux pommes de terre ; les mêmes excès se sont renouvelés à propos de la vigne, dans laquelle encore (tout comme d'ailleurs pour presque tous les arbres fruitiers) on a excité, outre mesure, la végétation à l'aide d'engrais qui ont fini par en empoisonner la plante. On a plus fait encore, on a entremêlé, au milieu des ceps, des plantes potagères, venues aussi à force de fumier, et qui, autour des plants de vigne, couvrant la terre de leur ombrage, y ont entretenu une humidité nuisible et ont retardé nécessairement les époques de la floraison, de la fructification et de la maturité des fruits. D'ailleurs, une végétation trop vive fait avorter les fleurs et les fruits (*jeunesse et vigueur ne produisent rien,* dit un vieux proverbe), et ces avortements ont introduit dans la sève des produits malades ou morts et des principes délétères.

Aussi la vigne a-t-elle été malade à son tour, à la suite d'un certain nombre d'années pluvieuses ; et comment a commencé cette maladie ? par les serres chaudes et humides, où l'oïdium s'est développé d'abord et dont les séminules infiniment petites, se dispersant au loin sous l'influence des vents, sont allées, de proche en proche, s'implanter sur des sujets en pleine terre, tout disposés d'ailleurs d'avance à les bien recevoir, peut-être même (et cela nous paraît fort probable) à faire prospérer aussi les germes de nature parasite que l'atmosphère charrie constamment autour de notre globe. Si, en effet, au moyen d'un tas de fumier déposé au pied d'un arbre fruitier, on parvient à lui procurer une végétation luxuriante, il y poussera une excessive quantité de feuilles vertes, mais peu de fleurs ; et encore, si, par des circonstances favorables, ces fleurs commencent à paraître nombreuses et en bon état, qu'il vienne une suite prolongée de jours de pluie, et ces fleurs, à peine nouées, noirciront, s'atrophieront et introduiront dans tout le végétal, par leur pourriture et par la décomposition des vers qui s'y seront développés, un ferment plus ou moins toxique.

Cet oubli, ou plutôt ce mépris des principes consacrés par nos ancêtres, malgré toutes les lumières du siècle, ne saurait s'expliquer que par l'esprit du temps où nous vivons et l'insatiable avidité que chacun éprouve d'augmenter les intérêts de son capital aux dépens de la sécurité de ce capital lui-même.

---

## CHAPITRE II.

### DE LA NUTRITION DES UTRICULES VÉGÉTALES.

A propos de la nutrition des animalcules des eaux, dans le chapitre qui, dans notre premier volume, correspond à celui-ci, où nous voulons commencer à nous occuper de la nutrition des utricules végétales, nous avons reconnu que les animalcules manifestaient d'autant plus d'activité vitale que les circonstances où ils vivaient étaient plus favorables à leur développement, et que, par contre, à mesure que leur vitalité était moins surexcitée par ces mêmes circonstances, on les voyait passer, d'un état de locomotion rapide, à une incapacité complète de mouvement, qui, du reste, ne les empêche pas de se nourrir et de s'accroître. Mais alors, presque toujours, les infusoires se sentent forcés de renoncer à une vie d'indépendance et de liberté, et tous leurs efforts se bornent à s'approcher insensiblement les uns des autres pour s'y unir intimement par voie d'accouplement, de manière à former, par des liaisons multiples et juxtaposées, des multitudes de véritables conferves qui, rangées les unes contre les autres, finissent par constituer des membranes dont la ressemblance avec celles des végétaux est frappante.

En effet, si nous prenons pour exemple un tissu cellulaire végétal régulier, nous y voyons des rangées de cellules unies entre elles bout-à-bout, et ces rangées elles-mêmes sont attachées les unes aux autres latéralement.

Ici, évidemment, ces cellules ne jouissent pas de la liberté de vivre indépendantes; leur existence particulière n'est qu'une partie infime de la vie générale du système que leur ensemble constitue, et, pour que chacune d'elles se nourrisse, il faut que les fluides nourriciers passent par les espaces intracellulaires ou qu'ils puissent arriver, des extrémités d'une membrane végétale, jusque dans toutes les utricules dont elle se compose ; c'est-à-dire que ces fluides, appelés par les premières cellules, soient lancés dans les suivantes, et ainsi de suite jusqu'aux dernières. En comparant les cellules ainsi unies à des infusoires, joints ensemble par voie d'accouplement, on est conduit tout naturellement, par analogie, à admettre, pour la cellule, une force vitale de systole et de diastole soupçonnée par Brugmans et Coulon, par Carrodori et Treviranus, et admise par l'illustre Deraudole père.

Nous avons recueilli nous-même à ce sujet un certain nombre de faits qui nous semblent

venir à l'appui de cette opinion ; mais, comme ici les phénomènes sont loin d'être aussi nettement accusés que chez les animalcules d'infusion, nous pensons qu'ils auront plus de chance d'être reçus avec faveur par notre lecteur, quand des recherches plus nombreuses nous auront donné, de plus en plus, la conviction des rapports frappants d'organisme entre ces deux séries d'individus. Avant donc de traiter, avec tous les développements qu'elle comporte, la question de la nutrition végétale, nous préférons continuer l'étude de nombreuses similitudes ou même d'identités dans la constitution des organes qui fonctionnent dans l'un et l'autre cas, similitudes qui prédisposent à soupçonner des rapports intimes entre leurs manières de fonctionner.

# CHAPITRE III.

## ACCOUPLEMENT DES CELLULES VÉGÉTALES.

### Art. Ier. — *Unions des cellules végétales en général. — Fécondation.*

L'accouplement des animalcules d'infusion est un fait que nous croyons avoir prouvé d'une manière trop évidente pour qu'il reste contestable. Afin de continuer les rapprochements entre eux et les cellules végétales, nous allons chercher à faire voir que ces dernières jouissent aussi elles-mêmes de cette faculté de s'accoupler.

Il y a déjà long-temps qu'on a constaté les accouplements des cellules de certaines conferves que, pour cela même, on a nommées conjuguées. Si l'on jette les yeux sur les figures 12, 13 et 14 de la planche XIII, on y verra représentés plusieurs de ces accouplements.

En effet, ces conferves sont composées de cellules ou cases dans lesquelles sont emprisonnés un certain nombre de grains verts, et en les examinant, pendant quelque temps, sur le porte-objet, on s'assure sans peine que des cases d'un de ces tubes de conferves correspondent avec d'autres cases d'un autre tube, au moyen de deux petits goulots cylindriques attenant à chacune d'elles et qui se sont abouchés bout-à-bout. Or, les choses n'en sont arrivées là qu'après plusieurs phases sur lesquelles il est utile d'insister.

Avant que cet accouplement, cette *conjugaison* s'accomplisse, les tubes en présence, quoique à une certaine distance, sentant le besoin de se rapprocher, commencent par se courber en arcs, tournant les convexités de ces arcs l'une vers l'autre. Les points sommets, obéissant à une attraction réciproque entre les tubes, s'avancent avec une vitesse insensible, de manière à finir par se joindre. Pendant le temps qu'ils mettent à marcher ainsi, deux petits soulèvements, en forme de mamelons, apparaissent sur les deux cases qui tendent à se toucher, et ces mamelons, s'allongeant sous forme cylindrique, finissent par se percer d'un petit orifice circulaire. Au moment du contact, ces deux bouches se soudent pour un temps, et l'accouplement est complet.

Rappelons ici maintenant quelles en sont les conséquences.

On sait que les cases des conferves contiennent un certain nombre de grains verts ou propagules. Or, les deux cases déjà conjuguées ne s'en tiennent pas là : tout doucement les grains

verts de l'une passent dans l'autre. Le fait est incontesté et incontestable; car la seconde est, à la fin, beaucoup plus riche en grains verts qu'auparavant, et la première n'en a plus du tout.

Il a fallu probablement pour cela qu'étant, toutes les deux, douées d'une force de succion, il y en ait une dont l'énergie absorbante soit plus grande que celle de son antagoniste, de même que chez ceux des animalcules que nous avons considérés comme femelles, et auxquels le mâle confie la gestation de ses propagules.

Il y a là sans doute, non-seulement accouplement, mais aussi véritable fécondation; et la preuve, c'est que ces grains verts, tous réunis, se groupent en un corps de forme ovoïde, d'où, plus tard, sortent une ou plusieurs petites conferves en tout pareilles à celles dont elles sont issues. (Voyez les figures 12, 13, 14 et 15 de la planche XIII.)

Or, nous le demandons, cette série de faits ne correspond-elle pas exactement à tout ce que nous avons dit des animalcules d'infusion? car elle peut se résumer ainsi : 1° rapprochements volontaires des deux conjugués; 2° accouplement; 3° passage des germes de l'une dans l'intérieur de l'autre; 4° réunion des germes du père et de la mère; 5° accouchement, un peu plus tard, d'êtres en tout semblables à ces derniers.

On citerait encore facilement d'autres exemples d'accouplements d'utricules chez diverses autres algues; mais on pourrait, quoique fort à tort selon nous, dire que les algues ont été nommées végétaux-animaux, que ce ne sont pas des végétaux proprement dits, et que les faits que nous avons mentionnés ne sont pas applicables à ces derniers. C'est pour faire tomber d'avance cette objection que nous allons nous empresser de faire passer sous les yeux du lecteur des exemples d'accouplements évidents entre des utricules tirées de sujets appartenant incontestablement à ce que l'on a appelé le règne végétal.

Qu'on veuille bien, en effet, porter son attention sur la figure 17 de la planche I; on y remarquera deux utricules de la tige du *Cucurbita Pepo* parfaitement conjuguées et aussi intimement unies qu'ont pu l'être, ainsi que nous l'avons montré (n° 9, planche III, tome I^er^), les deux animalcules de l'infusion du même végétal. Nous signalerons, en outre, la ligne médiane qui divise nos utricules de la planche I, et qui correspond d'une manière frappante aux deux grands orifices nettement indiqués dans les deux animalcules accouplés que nous venons de citer.

Les deux figures 17 et 18 (planche VII), qui représentent des utricules du parenchyme de la baie du *Solanum T.*, les n^os^ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 11 et 12 de la planche IX, où sont dessinées des utricules d'une baie de mirtille, et la figure 16 de la planche XIII (cellule de la tige du *Cucurbita Pepo*), nous offrent aussi des accouplements parfaitement indiqués. Mais nous devons surtout appeler l'attention sur les n^os^ 2, 4, 5, 8 et 12 de la planche IX; car on y voit des accouplements qui ont beaucoup d'analogie avec ceux des cases des conferves. En effet, avant de s'unir, les utricules se sont munies de petits goulots, comme ceux des figures 12, 13 et 14 de la planche XIII, et c'est par ces orifices, devenus béants, que s'est opéré l'accouplement.

Il y a plus : à force de soins et de patience, nous avons pu assister au passage de plusieurs globulins d'une de ces cellules dans une autre, précisément comme dans les conferves et dans les infusoires. Les utricules 2, 4, 5, 6, etc., de la planche IX, tirées d'une baie de mirtille, étaient d'une transparence parfaite, et la couleur foncée des granules donnait toutes sortes de facilités à l'observateur.

Au reste, dans d'autres végétaux, nous avons encore découvert, au milieu de leur tissu cellulaire, des similitudes plus frappantes, s'il est possible, et qui allaient jusqu'à l'identité entre les manières dont se comportaient entre elles deux séries d'utricules de ces tissus et deux conferves conjuguées.

Ainsi, par exemple, dans la feuille du lis blanc, il nous est arrivé de trouver fréquemment des fragments de tissus dont les cellules, telles que celles des figures 1 et 2 (planche X), ont évidemment d'abord manifesté des renflements comme ceux des cases des conferves déjà citées; puis des cols ou tubulures avec ouverture au bout, lesquelles enfin sont venues s'unir; et, du reste, les suites de ces véritables accouplements ont été encore les mêmes que dans les conferves conjuguées. Nous avons, en effet, trouvé, dans des sortes d'utricules ainsi accouplées bout-à-bout ou par côté, des cellules dont certaines d'entre elles étaient complètement vides de globulins, lesquels avaient émigré dans les utricules voisines qui en étaient remplies.

Quant à la figure 6 de la même planche IX, elle nous montre quatre grandes utricules d'une baie de *Solanum T.*, dont les accouplements sont surtout rendus fort distincts par deux sphincters *d* et *g*, qui terminent les deux utricules A et D et qui ont pénétré dans l'utricule contiguë.

N'y a-t-il donc pas lieu, c'est au lecteur que nous en appelons, d'être vivement frappé des ressemblances saisissantes entre les divers cas que nous venons de passer en revue et les exemples offerts par les infusoires retracés (tome I^er^, planche III et figures 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 et 19), comme aussi (planche IV, figures 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 et 10 *bis*, 11, 12, 13, 14 et 15); (planche VI, figure 1); (planche X, figures 6 et 7); et (planche XI, figures 1, 6 et 13)?

Enfin, c'est encore la place de rappeler l'attention sur les infusoires indiqués dans le tome I^er^ et tels que ceux des figures 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 et 9 (planche XII); ceux de la figure 2 (pl. XIII), et enfin la réunion d'animalcules de la figure 1 (planche XIV). On confondrait certainement plusieurs de ces systèmes avec des tissus cellulaires végétaux, si l'on n'en avait pas constaté l'origine.

Dira-t-on que les utricules 1 et 2 de la planche X, que celles des n^os^ 1, 2, 3, 4, 5, 8 et 12 de la planche IX sont de simples petites vessies sans aucune ouverture, ainsi qu'on définit la cellule végétale dans les traités d'organographie? En dira-t-on autant des deux grosses utricules d'une baie de *Solanum T.* qui sont associées goulot-à-goulot, figure 27 (planche XIV)? Nous ne croyons pas que, dans ces cas encore, on puisse se refuser à l'évidence, pas plus que dans la figure 7 de la planche XII, où sont représentées des utricules du tissu cellulaire du pétiole de la feuille du *Caladium auritum*. Et d'ailleurs, si nous le voulions, nous citerions sans peine une multitude d'autres exemples de ce genre.

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY WOODS HOLE, MASS. LIBRARY

### Art. II. — *Des biforines et des stomates.*

Parmi tous ceux que nous pourrions faire passer en revue, nous choisirons de préférence les cas qui nous semblent offrir un intérêt particulier.

On doit à M. Turpin une étude fort curieuse de certaines utricules isolées qu'on rencontre dans le tissu cellulaire de la cuticule de ce même *Caladium* que nous citions tout-à-l'heure, utricules auxquelles il a donné le nom de *biforines*.

Ces utricules, dont nous aurons encore à parler plusieurs fois, habitent quelques-unes des lacunes de ce tissu cellulaire.

Elles sont munies de deux orifices très-distincts placés aux extrémités de leur grand axe, et jouissent de la faculté de s'accoupler par ces mêmes extrémités d'une manière identique à celle que nous avons reconnue tant de fois aux animalcules. Les figures 1 et 2 (planche XII) nous font voir une de ces utricules avec ses deux orifices, et la figure 4, un certain nombre de ses pareilles qui sont accouplées bout-à-bout.

On rencontre encore dans les végétaux un autre organe important et qui nous fournit un exemple de l'union de deux utricules ; ce sont les stomates.

On les trouve, comme on sait, le plus communément, dans le tissu cellulaire de la cuticule inférieure des feuilles. Cherchons à nous rendre compte, si nous pouvons, des circonstances où ces organes apparaissent.

Prenons pour exemple la feuille de thé (figure 3, planche X.)

Cette feuille présente une structure très-remarquable. Si l'on conserve dans une théière, pendant deux ou trois jours, des feuilles de thé, et qu'au bout de ce temps on en place des fragments entre deux plaques de verre qu'on serre entre les doigts, en les faisant glisser l'une contre l'autre, on parvient à en distraire des fragments de trois sortes différentes. Les uns proviennent de la cuticule supérieure, les autres de l'inférieure, les troisièmes du parenchyme intermédiaire.

Quant à la cuticule supérieure, au milieu des trachées, des nervures et des sous-nervures, les rangées de tissu cellulaire y sont très-serrées et très-riches en chromule. Si l'on presse encore avec précaution les deux plaques de la même manière que tout-à-l'heure, on arrive assez facilement à détacher, les unes des autres, un certain nombre de rangées longitudinales de cellules, mais presque jamais à les rompre en travers. Or, cela ne prouve-t-il pas que ces cellules sont beaucoup mieux liées, c'est-à-dire, selon nous, accouplées dans le sens de leur grand axe que dans celui de leur plus petit diamètre? ce qui tend à confirmer la raison d'être que nous avons attribuée à ces rangées que nous considérons, isolément, comme de véritables conferves. Cela fait concevoir qu'isolées d'abord, elles finissent par se souder, quoique plus

faiblement, par leurs parties latérales en contact. D'ailleurs, si l'on veut bien se donner la peine, à la fin de l'hiver, d'examiner au microscope, soit des bourgeons, qui n'attendent que la première sève pour se développer, soit du *Cambium* extrait d'entre l'écorce et l'aubier d'une plante dicotylédonée, telle que la vigne vierge, par exemple, on y découvrira des rangées de cellules unies bout-à-bout, et qui sont, pour la plupart du moins, complètement séparées les unes des autres. Elles y sont, en effet, encore trop peu nombreuses pour que, serrées contre leurs voisines, il y ait eu soudure, par côté, entre elles; mais cette soudure, d'après ce que nous avons dit, est bien moins persistante que celle des utricules réunies bout-à-bout et en ligne.

Dans la feuille du thé, en particulier, nous sommes cependant parvenu à séparer, sans les déchirer, des cellules attachées bout-à-bout, et nous avons pu alors distinguer à leurs extrémités, comme dans tant d'autres utricules végétales, des ouvertures béantes nettement caractérisées. Ces cellules, rarement remplies de globulins verts isolés, et bien plus rarement encore de grains d'amidon, nous ont semblé très-vivaces. On remarque, dans leur intérieur, soit des utricules, soit, plus souvent, des rubans verts, comme celui qui est dessiné en *a* (figure 3, planche X).

Le parenchyme renferme des cellules qui sont sensiblement plus développées que les précédentes et parfois même indépendantes.

Mais, quant à la cuticule inférieure, à laquelle il nous tardait d'arriver, elle mérite une mention toute particulière. D'abord, c'est sur elle qu'on trouve, en général, des stomates, et ces organes y sont entourés par des chapelets cellulaires affectant diverses courbes, mais qui, de préférence, prennent une disposition en spirale. Ce tissu est plus lâche que celui de la cuticule supérieure, et l'on y remarque souvent des lacunes. Or, c'est précisément dans ces mêmes lacunes que sont logées les stomates.

C'est avec intention que nous disons que les stomates y sont logés, car ils n'y sont que faiblement attachés, et l'on peut s'en convaincre quelques jours après que la feuille du thé est restée en macération dans de l'eau ordinaire. Au bout de ce temps, une quantité notable de stomates seront déjà tombés au fond du vase, après s'être détachés, sans effort, des cellules circonvoisines, et les locules qu'ils habitaient seront à jour.

Au surplus, la disposition en spirale des lanières cellulaires qui entourent les stomates se retrouve, on le sait, dans la cuticule des feuilles de beaucoup d'autres plantes. Ainsi, par exemple, on la distingue (planche X) dans le *Cactus grandiflora* (figure 4), dans le *Crassula portulacea* et le *Stapelia vulgaris* (figure 5), etc., où, en général, les stomates se présentent dans une lacune.

Or, ces organes se composent, comme on sait, de deux utricules assemblées par les deux bouts et contournées en croissant pour que cet assemblage, nous voulons dire cet accouplement, puisse avoir lieu. Or, en comparant ces utricules à celles qu'on rencontre en grand nombre dans le parenchyme, nous avons été conduit à penser que ce sont des utricules sorties du

parenchyme qui se sont logées à l'orifice qu'elles trouvaient béant dans la cuticule inférieure, et s'y sont accouplées. Parfois, d'ailleurs, ces utricules sont divisées par plusieurs cloisons ou même contiennent des tire-bourre.

Il nous semblerait donc que les stomates ne sont pas des organes spéciaux, mais de simples accidents dans des lacunes des tissus foliacés. Au surplus, nous avons rencontré encore des organes tout semblables dans le tissu même de certains végétaux, dans le tissu interne, par exemple, de plusieurs *Cactus* et toujours dans des lacunes.

Nous ne voulons pas pour cela attaquer l'opinion, généralement reçue, que les pertuis, entre les deux utricules qui constituent, par leur union, les stomates, servent à la respiration des plantes. Au contraire, les stomates, que nous avons trouvés au milieu des tissus charnus des plantes grasses qui n'ont, pour ainsi dire, pas de racine, nous semblent devoir aider singulièrement, au milieu de ces tissus, au transport des gaz respirés aux stomates de la cuticule.

En résumé, nous pensons que l'union des deux utricules d'un stomate n'est qu'un exemple de plus de l'accouplement des cellules végétales, et, en outre, n'y a-t-il pas lieu ici de faire remarquer quel singulier rapprochement on peut faire entre l'organisation des lèvres des organes respiratoires des infusoires et les stomates? Cette dernière circonstance nous semble encore une raison de plus en faveur de l'opinion reçue sur le rôle que jouent les stomates dans la respiration végétale.

### Art. III. — *Union de deux utricules qui ne tiennent qu'à un fil. — Fécondation.*

On se rappelle que, dans le tome I^er^, nous avons montré des animalcules qui, après avoir été parfaitement accouplés, se sont ensuite séparés, sans que, toutefois, leurs relations aient été entièrement rompues. C'est ainsi que les polypes des figures 36, 37 et 38 (planche V, tome I^er^), sont restés liés ensemble, après que leur accouplement eut cessé, et cette liaison ne tenait plus, à la vérité, qu'à un simple ruban ou lanière implantée dans l'intérieur de chacun d'eux.

Or, ce sont bien encore les mêmes circonstances qui nous laissent apercevoir les deux utricules tirées du *Solanum tuberosum* (figure 13, planche VI) et celles de la figure 7 de la planche IX, extraite d'une baie de mirtille. Les figures 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8 (planche XX) nous montrent des dispositions analogues qui se sont manifestées chez des grains d'anthère de la primevère abandonnés à eux-mêmes dans une goutte d'eau entre deux plaques de verre, avec cette différence cependant que l'accouplement a eu lieu ici au moyen de bandelettes sorties d'une utricule et qui sont venues s'implanter dans une autre, à mesure que la goutte d'eau s'évaporait.

Dans la figure 9, deux de ces grains, avant de s'accoupler, ont poussé en dehors deux petits soulèvements qui sont devenus deux goulots, par lesquels l'accouplement a eu lieu de la même manière que nous l'avons indiqué ailleurs.

Nous pouvons, au surplus, citer d'autres exemples plus sensibles encore de réunion d'utricules qui, étant placées à distance les unes des autres, mais ne pouvant pas bouger pour se rejoindre, ont trouvé, pour établir entre elles des relations intimes, un moyen que, certes, l'esprit le plus inventif n'aurait jamais su imaginer. La planche XI nous en offre plusieurs cas très-remarquables.

Nous avions pratiqué une fente étroite au milieu d'un petit morceau de bois plat et léger, et, dans cette ouverture, nous avions logé, à frottement et à une certaine distance les uns des autres, des grains de blé, de façon que leur radicule passait au-dessous de cette planchette. Après cela, nous avons mis ce système à la surface d'un verre d'eau dans lequel avaient été versées quelques gouttes de purin.

Cet appareil, abandonné à lui-même, n'a pas tardé à laisser voir un travail qui s'opérait à la radicule, et bientôt se développèrent des racines et des radicelles. La figure 1 de la planche XI est le dessin fidèle d'une spongiole. Autour de celle-ci, il y avait, en outre, des fragments épars de tissu cellulaire, tels que celui qu'on a représenté en C. On a aussi recueilli à la surface de l'eau d'autres fragments plus petits encore, C' et C''.

Or, parmi les cellules des colliers de tissu cellulaire qui constituent les spongioles, il y en avait un assez grand nombre qui étaient perforées. L'orifice rond qu'elles montraient à leur surface était assez bien marqué pour ne pas être révoqué en doute et confondu avec un granule sphérique qui aurait été placé à leur surface; et, si l'on avait pu d'ailleurs conserver quelque doute, on aurait été bien forcé de renoncer à toute hésitation à cet égard, en voyant sortir, par ces ouvertures, de longues lanières, complètement semblables à celles que, tant de fois, nous avons vues expulsées du corps des animalcules des infusions, ainsi que l'ont indiqué (tome I^er^) les figures 9, 10, 11 et 15 de la planche II, comme aussi les figures 3, 9, 14, 17, 18, 19 et 20 de la planche VIII, les n^os^ 3 et 8 de la planche IX, et enfin le n° 9 de la planche XII.

Ce fait de la sortie de rubans de simples utricules du tissu d'une spongiole est assurément très-notable; mais ce qui l'est encore plus, sans contredit, c'est que souvent ces mêmes rubans sont allés s'implanter, à une distance plus ou moins grande, dans d'autres cellules de la même spongiole, trouées aussi et vers lesquelles s'avançaient insensiblement ces lanières qui finissaient par pénétrer, en partie, dans leur intérieur.

Nous avons encore obtenu de semblables faits, en laissant baigner, dans de l'eau, une pomme de terre dont une très-faible partie plongeait dans le liquide. Dans cette dernière expérience, les choses se sont même montrées d'une manière plus significative encore, s'il est possible. On en voit la représentation dans la figure 5 de la planche XV. En effet, des cellules de deux spongioles des racines qui sont sorties de ce tubercule ont été émis des filaments qui, d'une de ces spongioles, sont allés s'implanter dans les orifices des cellules appartenant à l'autre spongiole. Toutes ces fines lanières y sont arrivées sans hésitation de la spongiole A vers la spongiole B, comme poussées par un instinct qui leur est propre, ou comme aspirées

par une force de succion adhérente aux cellules, peut-être même par ces deux causes réunies.

Au reste, ces deux spongioles communiquent encore entre elles par les deux colliers *c* et *d* d'utricules unies bout-à-bout. Toutes ces utricules sont encore dans leur jeunesse; un peu plus tard, elles auraient affecté les formes de celles des tissus cellulaires ordinaires. Quelle singulière richesse de moyens la nature nous dévoile là à l'improviste; car on n'a pas seulement ici sous les yeux des utricules unies soit bout-à-bout, soit au moyen d'organes qui, sortant des unes, vont s'insinuer dans les autres; la même figure 5 nous montre en *g* les deux colliers ou chapelets *f*, *f'*, unis ensemble par une utricule intermédiaire *g* à laquelle ils se sont conjoints par côté.

Cette possibilité de s'accoupler aussi par côté, nous l'avons déjà admise, dans notre premier volume (page 82), pour les enveloppes des animalcules qui, d'abord unies en ligne, se soudent encore, par côté, pour constituer les enveloppes cellulaires des infusoires, et nous croyons utile de faire remarquer cette coïncidence comme corroborant les rapports déjà reconnus entre les animalcules des eaux et les cellules végétales.

On peut donc, on doit inférer de tous les faits que nous avons cités, que les accouplements, chez ces dernières, ont lieu de la même manière que chez les infusoires, et que le passage des globulins d'une cellule dans une autre, ou l'introduction d'un ruban organique, y constitue aussi une véritable fécondation, en tout assimilable à celle des animalcules des infusions végétales.

Nous venons de dire que l'accouplement des utricules chez les végétaux pouvait se faire bout-à-bout et aussi par côté. Si donc les enveloppes végétales pouvaient être supposées elles-mêmes formées par un tissu cellulaire régulier ou irrégulier, comme nous l'avons reconnu pour celles des infusoires, ce serait encore un rapprochement de plus entre ces organes.

Cette idée, nous le savons bien, est toute contraire à la définition qu'on donne généralement de l'enveloppe cellulaire, qu'on regarde comme une membrane continue et sur laquelle on n'aperçoit aucune trace d'organisation; cependant, si l'on veut bien examiner un instant le tissu cellulaire du pétiole d'une feuille de palmier, on verra, à l'œil nu, qu'il est composé de cellules régulièrement disposées et si grandes qu'elles ont souvent deux millimètres de longueur.

Si l'on observe avec soin, au microscope, les parois de ces grandes cellules, on reconnaît tout d'abord, même avec un faible grossissement, qu'elles montrent, malgré les croyances reçues, le tissu cellulaire parfaitement régulier dont elles-mêmes sont formées.

Or, nous pouvons sans peine ne pas nous en tenir à cet exemple particulier seul; ainsi, par exemple, qu'on jette les yeux sur la figure 8 de la page 4, et l'on y verra une utricule d'une baie de tomate que nous avons déjà signalée au sujet de la fente qui la partage par le milieu, et l'on reconnaîtra que son enveloppe se compose d'un tissu cellulaire irrégulier indiqué de la

manière la plus nette. Les figures 3, 4, 5 et 6 de la planche VI nous démontrent la même organisation dans des utricules de la baie du *Solanum tuberosum ;* il en est ainsi des figures 26 et 27 de la planche XIV, dont les modèles avaient la même origine que les précédents.

Les enveloppes des grains de pollen, lesquels ne sont que des utricules privilégiées, et qui, ayant vécu dans de bonnes conditions de nutrition et de liberté, se sont mieux développées que si elles étaient restées emprisonnées dans les tissus, laissent voir souvent aussi leur organisation cellulaire : c'est ce dont on peut se convaincre à l'aspect des figures 1 et 2 (planche XIV), qui donnent le dessin de grains de pollen du lis jaune, ouverts après l'émission de la fovilla. Il en est de même au sujet des grains du pollen des fleurs de la couronne impériale(*Fritillaria imperialis*), indiqués dans les figures 14 et 15 ; et cette disposition se retrouve encore (planche XIX, figure 10) pour les grains du pollen du *Cucurbita Pepo*. Au surplus, les détails de cet organisme se remarquent bien mieux, quand les utricules sont déjà à moitié desséchées sur le porte-objet. Nous avons fait la même observation dans le premier volume, au sujet des infusoires.

En définitive, pour qu'une enveloppe de cellule soit vivante, c'est-à-dire pour qu'elle puisse s'accroître, il faut qu'elle soit organisée, et non pas composée d'une matière amorphe. Or, étant admise cette condition d'organisme (que le tissu cellulaire dont elle se compose soit régulier ou irrégulier), la nutrition de cette membrane devient facile à comprendre ; les cellules vivent et s'accroissent, et il en résulte l'accroissement de la masse que leur réunion constitue.

Tout ce que nous avons dit sur la fécondation des infusoires se trouve donc vérifié encore pour les utricules végétales, et ce qui la déterminerait, serait une force d'exhalation inhérente à celles que nous considérerions comme mâles à l'époque de leur pléthore, en face d'une force d'absorption de la part de celles qui, selon nous, joueraient le rôle de femelles, et seraient chargées de nourrir et de conduire à bien les globulins déposés dans leur sein et confiés à leur sollicitude maternelle.

Cette fécondation, qui a lieu par accouplement des cellules, ne s'arrête pas là. De même encore que dans les infusoires, les granules, confiés à une cellule chargée de les nourrir, s'y accouplent aussi parfois entre eux ; c'est ce dont on peut s'assurer, en portant les yeux sur les figures 1, 6, 7 et 12 de la planche III (baie de tomate), sur la figure 2 de la planche VI (baie de mirtille). Quelquefois même ces globulins en renferment d'autres qui sont accouplés comme eux, témoins ceux qui sont représentés dans les figures 7 et 12 de la planche II (*Solanum tuberosum*), dans la figure 15 de la planche VI et dans les figures 4, 7, 8, 18 et 20 de la planche VIII. On reconnaît encore de pareils accouplements dans le tissu cellulaire de la truffe (figure 5, planche V).

La fécondation d'une utricule végétale peut donc s'observer jusqu'à la troisième génération, ainsi que nous avons eu à le mentionner chez les animalcules des infusions végétales.

Avant de terminer cet article, arrêtons-nous sur les cas exceptionnels, il est vrai, où ces accouplements de globulins ont lieu d'une cellule à l'autre, sur la ligne de jonction même de ces granules. On retrouve de ces accouplements fréquemment dans les fruits, dans les noix, par exemple, et dans beaucoup d'autres cas. (Voyez figure 8 de la planche IV, baie de mirtille; figure 16 de la planche VI, baie de *Solanum T.;* figures 6, 18 et 23, baies de *Solanum,* de la planche VIII.)

C'est précisément aussi ce que nous avons déjà reconnu chez les infusoires dans notre premier volume (figures 20, 22, 23 et 24 de la planche IV).

Ehrenberg a considéré ces germes unis ainsi comme de véritables testicules.

Des savants français fort distingués ont attaqué vivement cette opinion. Nous avouons que nous sommes loin d'adopter leur critique; car, en définitive, des germes, placés ainsi sur la ligne médiane du système des deux conjoints, participent à la nourriture du père et de la mère; ils sont donc dans une position avantageuse, et doivent acquérir un développement plus rapide que les autres. Or, que sont, dans l'échelle des êtres, les testicules, si ce n'est des organes *porte-semences?* L'opinion de l'illustre académicien de Berlin nous paraît donc fondée sur une analogie très-plausible.

---

# CHAPITRE IV.

## DES ACCOUCHEMENTS DES CELLULES VÉGÉTALES.

*Circonstances qui accompagnent l'expulsion des corps internes, et mouvements saccadés des utricules.*

Nous avons vu que chaque fois qu'un infusoire est arrivé à une époque de pléthore telle qu'il ne lui est plus possible de contenir les germes reproducteurs qu'il a portés et nourris dans son sein, il fait des efforts pour les en expulser.

Si des infusoires proprement dits nous passons aux algues, le même phénomène se représente. Ainsi, par exemple, Girod-Chantrans le premier a vu des granules verts des cases de certaines conferves s'échapper animés de locomotion. On a eu beau lui nier ce fait très-imprévu avec les idées d'alors, le même phénomène s'est représenté assez souvent, dans cette catégorie de végétaux-animaux, pour qu'on n'en doute plus aujourd'hui. Nous-même, ayant pris pour témoins du fait nos collègues Braconnot et de Haldat, avons constaté la sortie de grains verts des cases d'une conferve des eaux de Nancy, lesquels, après s'être ainsi échappés du sein de leur mère-nourrice, se sont mis à tourner sur eux-mêmes avec une rapidité remarquable, pendant sept ou huit minutes; puis se sont réunis çà et là pour constituer des amas d'où sont sorties de nouvelles conferves, semblables à celles dont ils étaient issus. Sur la note que nous avons fournie à M. Gaillon, elle a été rangée dans le genre *Rothella* de cet auteur. Beaucoup d'autres algues ont d'ailleurs laissé voir les mêmes choses.

Si, après cela, sortant de la série nombreuse des végétaux-animaux, nous passons en plein règne végétal, nous citerons les grains de pollen des anthères, utricules auxquelles il faut bien accorder la même faculté d'accoucher de grains vivants doués aussi de locomotion incontestable, selon nous, toutes les fois que l'accouchement a lieu dans de bonnes conditions de nutrition et de température avant et pendant leur sortie.

Or, quelles sont les circonstances qui alors accompagnent cet enfantement? Ce n'est pas par un jet continu que se fait la mise en liberté de la fovilla, c'est bien par saccades intermittentes; et ces saccades ôtent, du premier coup, l'idée d'une action purement mécanique dans cette importante fonction de la vie végétale. Car si, par exemple, on voulait l'attribuer seulement

à l'influence de l'humidité atmosphérique, qui, gonflant l'utricule, détermine une ou plusieurs ouvertures, en admettant cette explication, on s'apercevrait aussitôt, on comprendrait que cette expulsion devrait nécessairement avoir lieu uniformément et sans ces saccades qui dénotent de la part de l'utricule une force vitale qu'elle met en jeu pour se débarrasser de son fardeau.

Cette émission serait alors un fait accidentel déterminé par le gonflement dû à l'absorption d'une certaine quantité d'humidité atmosphérique, et les orifices qu'on voit quelquefois préparés à l'avance pour elle deviendraient inutiles. Or, si très-souvent la sortie de la fovilla se fait par une crevasse, elle a lieu aussi par des trous préexistants dans l'enveloppe; ainsi, par exemple, dans les grains d'anthère du *Cucurbita Pepo* (figure 16, planche V).

Dans cet exemple, la sortie se fait par un orifice supérieur qui s'est dilaté pour laisser passer les corps internes. Mais aussi parfois, ces mêmes corps viennent à s'échapper en poussant, de dedans en dehors, des opercules *a* et *b* (figures 3 et 10, planche XIX), opercules que l'on soupçonne à peine dans la figure 1, où l'utricule est pleine.

Si l'accouchement a lieu en été et par un temps sec, les granules de la fovilla sont incontestablement doués de locomotion et sortent par saccades intermittentes, et ce n'est pas seulement une similitude de plus à signaler entre les infusoires et ces utricules végétales, c'est une identité.

Outre les mouvements saccadés que nous venons de définir pour le pollen du *Cucurbita Pepo*, nous ferons mention de ceux des grains des anthères de la pervenche, de plusieurs iridées, du *Sidonia japonica*, du *Salix bicolor* et de beaucoup d'autres plantes, lesquels mouvements ont pu être aperçus de la manière la plus nette.

Entre plusieurs, nous citerons ce que nous avons vu dans un grain de pollen du *Fritillaria imperialis*. Ce grain lançait ses corps internes avec des secousses si bien caractérisées, qu'il changeait de place, à chaque nouvelle saccade, comme par une véritable action de recul.

Mais maintenant nous nous demanderons si c'est bien dans ces seules utricules privilégiées des végétaux qu'ont lieu des accouchements comparables sous beaucoup de rapports à ceux des animalcules des eaux?

Assurément non, il n'en est pas ainsi : on peut en montrer des cas frappants et nombreux chez les simples utricules des tissus cellulaires.

Qu'on jette les yeux sur les figures 5, 6, 7, 9 et 12 de la planche I, représentant toutes des utricules d'une tige de *Cucurbita Pepo*, nourrie dans une terre richement fumée, et examinée dans la saison des chaleurs, et l'on verra les cellules en train de lancer au dehors leurs organes internes. Cette sortie a été déterminée par le trop plein de ces cellules, dont d'ailleurs l'orifice préexistant à l'accouchement est seulement devenu très-sensible par l'extension que lui a causée la masse expulsée.

Quand le temps est chaud, on parvient encore à distinguer, dans de pareilles utricules, de petites secousses qui accompagnent l'expulsion des germes internes ; mais quant à des

mouvements propres de ces germes, nous avouons que nous n'avons jamais pu en apercevoir. Toutefois, s'il nous a été impossible de désigner ces signes de locomotion chez les globulins que nous voyons sortir de ces cellules végétales, en quelques circonstances, nous avons constaté des mouvements dans les granules nageant au milieu des sucs végétaux, lesquels granules venaient probablement de sortir des cellules voisines.

Cette même faculté d'expansions et de contractions alternatives, nous l'avons constatée aussi sur des utricules végétales d'une espèce toute particulière et qui mérite d'attirer ici notre attention. Il s'agit de certaines cellules que nous avons déjà citées un peu plus haut, et que Turpin a nommées biforines, dénomination qui indique tout de suite qu'elles sont munies de deux bouches. Nous avons déjà fait voir au lecteur celles qui sont représentées dans les figures 1 et 2 de la planche XII.

Ces biforines, découvertes au milieu du tissu cellulaire des feuilles du *Caladium auritum,* renferment de nombreuses aiguilles. Si, en hiver, au moyen d'une lame de rasoir trempée dans de l'eau, on gratte la surface d'une feuille de *Caladium,* et si, après avoir mis dans une goutte d'eau entre deux lames de verre, les débris qu'on aura ainsi détachés de la feuille, on les place, pendant quelques minutes, sur le marbre tiède d'un poêle, on sait que les biforines, renfermées dans ce petit appareil, ne tardent pas à lancer au loin les aiguilles très-déliées qu'elles contiennent, et qui, s'étalant gracieusement en éventail, prennent comme l'apparence d'un bouquet de feu d'artifice. Et bien! ces émissions si remarquables ont lieu encore par saccades intermittentes et par suite de mouvements spasmodiques de dilatations et de contractions successives.

Tout ici n'indique-t-il pas une crise violente déterminée par la chaleur du marbre du poêle sur lequel elles ont été déposées? Cette crise est même quelquefois tellement marquée que nous avons vu des biforines manifester de véritables tressaillements précurseurs de l'expulsion des aiguilles qui allait avoir lieu. Mais avant cela, ce ne fut pas sans une surprise extrême que nous aperçûmes le ruban des aiguilles parfaitement rectiligne se tordre comme une flexible lanière, et cette torsion durer pendant quelques minutes. Une fois la biforine elle-même se souleva sur une de ses pointes ; après cela, les aiguilles reprirent leur forme rectiligne, et ce fut seulement alors qu'elles furent lancées en gerbe dans le liquide ambiant (figure 1).

Ce n'est pas seulement dans des utricules indépendantes, au milieu d'un tissu fort lâche, que nous avons constaté de semblables expulsions d'organes internes, nous en avons aussi découvert au milieu de tissus cellulaires continus. En effet, en les observant avec attention, on finit, parfois, par y remarquer certaines utricules qui éclatent et lancent au dehors leurs globules, ou les confient à des utricules voisines. Des lacunes apparaissent çà et là dans ces tissus, et ces lacunes se remplissent de globulins, tandis que les enveloppes des utricules qui les ont nourries se lacèrent en divers fragments et finissent par disparaître, à moins qu'elles ne se dessèchent et ne se plissent comme des vessies qui ont perdu toute leur humidité.

En examinant, au milieu de certains tissus dont nous avions écrasé des fragments entre les deux lames de verre du porte-objet, nous sommes parvenu à bien voir des globulins, que nous avions probablement mis aussi en liberté, se mouvoir très-distinctement sous nos yeux.

Ainsi, par exemple, nous avons soumis au microscope les très-jeunes boutons à fleurs et de très-jeunes feuilles du lilas Varin. Avec un grossissement d'environ 350 fois en diamètre, nous avons pu reconnaître, au milieu des débris du tissu, une multitude de grains organiques dont les facultés locomotives pouvaient être assimilées à celles des granules de la fovilla des anthères.

En mesurant, au micromètre, la longueur de ces grains ovoïdes et transparents, il nous a semblé qu'ils pouvaient avoir environ $\frac{1}{1000}$ de millimètre dans le sens de leur grand axe ; même quelquefois ce diamètre allait jusqu'à $\frac{1}{500}$.

Nous avons observé des mouvements semblables dans les parties vertes des bourgeons de la vigne, dans les feuilles de la tige du *Cucurbita Pepo*, dans le navet, dans la carotte et mieux encore dans le radis. Dans l'intérieur même des cellules de cette plante, nous avons vu de pareils mouvements affectés par les globulins.

Tous ces mouvements ont été brusquement arrêtés, quand on a introduit dans le liquide une goutte d'eau à laquelle on avait mêlé une quantité minime d'acide sulfurique ou de teinture iodique.

Avant nous, d'ailleurs, des physiologistes avaient indiqué des faits semblables. Tréviranus, Schutz, Mayer, etc., avaient signalé des mouvements dans le suc des feuilles du *Vallisneria spiralis,* de l'*Antherium rostratum,* etc., dans les cellules de l'*Hydrocharis*, du *Cucurbita,* etc.

# CHAPITRE V.

## EXAMEN DES CORPS ÉMIS.

### § Ier.

*Revue des corps internes expulsés dans la fovilla.*

En parlant de la fovilla expulsée par les anthères, ou des organes lancés au dehors par d'autres utricules végétales, nous n'avons pas examiné à part les éléments divers dont cette fovilla se compose. Or, cette étude nous paraît devoir être faite avec beaucoup de soins, et bientôt, peut-être, notre lecteur comprendra toute l'importance du rôle que ces organes jouent dans l'organisation végétale.

Il y a des personnes qui, n'ayant pas vu de leurs propres yeux ces organes sous le microscope, croient que ce sont simplement de très-petits granules en tout comparables aux plus minimes globulins des cellules. Il est très-vrai que la fovilla en contient un grand nombre de pareils, et, au reste, d'autant plus que la maturité du grain de pollen est plus parfaite et la température de la saison plus élevée et moins humide ; mais, indépendamment de ces granules, jouissant dans ces conditions d'une locomotion incontestable, il y a toute une série d'autres corps dans le détail desquels nous allons entrer. On sera frappé de leurs similitudes avec ceux que les animalcules des infusions végétales émettent aussi par accouchement.

Nous y distinguerons les corps suivants :

1° Un très-grand nombre de germes ovoïdes qui, toutes les fois qu'ils sont doués de locomotion, paraissent identiques à ceux que lancent aussi les infusoires.

Parmi eux, on en remarque encore qui ont la forme de vorticelles sans queue.

2° Des granules assemblés deux à deux, et qui étaient déjà accouplés dans le ventre de la mère-nourrice.

3° De semblables granules associés en colliers; ce n'est qu'un peu plus tard qu'ils prennent la forme des conferves à cellules carrées.

4° Des rubans ou bandelettes comparables encore aux conferves, semblables à ceux qu'on

rencontre souvent au milieu des tissus fibreux des végétaux et faites d'ailleurs comme les queues des vorticelles. Quelquefois, comme dans les tissus fibreux, ces rubans sont de plusieurs morceaux soudés ensemble. La plupart du temps, la soudure ne se voit pas plus que dans les fibres du coton, qui ont avec ces corps émis une ressemblance parfaite.

5° De petites vorticelles munies de leur appareil caudal.

6° Des séries de cellules carrées, soudées les unes aux autres.

7° Des lanières contournées en tire-bourres.

Ces corps divers peuvent se remarquer dans les exemples que nous allons faire passer sous les yeux du lecteur, en indiquant, du reste, leur origine.

Commençons par considérer l'utricule n° 16 de la planche V. Cette utricule, nous l'avons déjà dit, est un grain de pollen de *Cucurbita Pepo*, et sa fovilla s'échappe par l'orifice préparé d'avance, mais alors dilaté par le laborieux passage des organes internes. Beaucoup de conditions favorables de végétation et de nutrition se trouvaient remplies au cas particulier de ce grain. Or, à la première vue, nous ont apparu, en quantités innombrables, de petits grains vivants formant une sorte de nuage mobile; mais, en outre, il ne faut qu'une très-faible attention pour y discerner des fils excessivement déliés formant comme un feutre entre lesquels se jouent les grains mobiles dont nous venons de parler; et ces fils déliés se meuvent parfois aussi.

Ce n'est pas tout : il y a des filaments plus gros et dont déjà on peut distinguer la disposition en lanières longues et plates, comme nous l'avons déjà dit, et, parmi ces derniers, des rubans assez larges pour qu'on y voie, de chaque côté, une bordure, et, au milieu, deux fils entrecroisés de distance en distance. Beaucoup de ces filaments sont tournés, en tout ou en partie, en hélice et souvent terminés par un bouton ou par une utricule dont la forme est semblable à celle d'une vorticelle. Enfin, on remarque, au milieu de tout cela, des rangées de cellules accouplées ; parfois ces cellules sont arrondies, attendu qu'elles sont encore jeunes.

On voit que ces accouchements des grains des anthères montrent exactement les mêmes produits que ceux des infusoires. Dans beaucoup d'autres circonstances, les grains d'anthères nous ont offert ces mêmes corps internes expulsés ; car ce n'est pas seulement dans le pollen que ces circonstances nous ont apparu, aux mouvements près ; vues dans une partie des corps internes sortis du grain des anthères, nous les avons retrouvées dans les corps émis par d'autres utricules végétales.

C'est ce que nous avons pu reconnaître plus ou moins dans les figures 5, 6, 7, 9 et 12 de la planche I, à propos d'utricules du tissu cellulaire de la tige du *Cucurbita Pepo ;* dans la figure 9 de la planche IX, à propos de l'utricule B d'une baie de *Solanum T.*, et mieux encore dans la figure 1 de la planche XVI, où l'on voit réunis des exemples des divers organes qui peuvent être à l'état de gestation dans une utricule végétale, et qu'on ne peut reconnaître qu'après leur sortie de l'enveloppe-nourrice.

On se tromperait, toutefois, si l'on croyait que les choses se présentent toujours ainsi.

Lorsque la saison où les grains polliniques se sont développés a été froide et humide, et lorsque l'émission des organes a eu lieu dans les mêmes conditions, tous ces organes sont loin d'être aussi distincts et aussi bien séparés que dans les figures qui précèdent.

Examinons d'abord le grain d'anthère du *Cucurbita Pepo* de la figure 2 de la planche XIX. Ici l'émission totale montre les organes internes réunis et formant comme un cylindre irrégulier composé de plusieurs tronçons et contourné en tire-bouchon. La figure 3 représente un bout de cylindre semblable isolé et déroulé.

Enfin, quelquefois nous avons vu ces sortes de cylindres partiels, réunis entre eux, qui avaient acquis des enveloppes transparentes dans l'intérieur desquelles se faisaient admirer des granules et des rubans du plus beau jaune; tel est le cas offert par la figure 9 : c'est-à-dire que l'ensemble de tous les corps internes s'était organisé en une magnifique conferve.

Un autre jour, sous nos yeux, de gros grains internes, renfermés dans le pollen, se sont échappés, en jets parallèles, de l'utricule n° 12; et le lendemain, ce système s'était organisé en un beau tissu cellulaire.

Nous avons aussi vu l'émission du grain de la figure 6 se réduire à un ruban large bordé de deux petits rubans terminés par des cloches.

Dans la figure 13 se montre un ruban semblable avec tous les détails de son organisation, et dans la figure 7, des filaments parallèles, issus aussi d'un grain de pollen et entourés par une cordelette tournée en hélice. Dans un autre cas, les corps internes ont affecté la disposition de la figure 4.

Enfin, dans la figure 10, nous n'avons pas été peu surpris de remarquer l'opercule en *a*, se détachant petit à petit, être rejeté en *b* par la sortie de l'espèce de cloche *c*.

Or, qu'on s'en rapporte à tous les corps que nous avons distingués sortant de ceux des infusoires dans les figures de notre premier volume, et, certes, on ne pourra se refuser à reconnaître leur identité avec ceux que nous venons de présenter comme sortis d'utricules végétales.

## § II.

### *Des fonctions des corps émis.*

Nous avons déjà dit que, nourris et enfantés dans de bonnes conditions, les granules de la fovilla sont doués de locomotion. Nous croyons devoir, à ce sujet, rappeler le moyen que nous avons indiqué de se convaincre que ces mouvements ne sont pas automatiques; ce moyen consiste à placer dans de l'eau, et entre deux lames de verre, un petit nombre de ces grains mobiles. En les suivant attentivement, pendant un certain temps, sous le microscope, on ne tarde pas à reconnaître que ces mouvements deviennent de plus en plus marqués, et que ces granules, grossissant petit à petit, finissent par se montrer de véritables animalcules.

Quand les circonstances de température et de nutrition sont moins favorables, ces mouvements des grains des anthères (1) deviennent de moins en moins sensibles et même cessent tout-à-fait; mais, en même temps, ces grains sont beaucoup moins nombreux et remplacés par des rubans confervoïdes. Enfin même ces rubans se réduisent à un seul, ainsi que nous venons de le voir pour les grains de pollen de la figure 6 de la planche XVIII; et c'est, en définitive, la même chose que nous avons déjà montrée pour les cellules des spongioles représentées figure 1 de la planche XI et figure 5 de la planche XV, qui n'avaient pas vécu dans de très-bonnes conditions (ainsi que nous le dirons tout-à-l'heure), et nous avons vu qu'un grand nombre de cellules étaient perforées, et que de ces perforations sortaient des rubans, lesquels allaient souvent, en s'allongeant, s'insérer dans d'autres cellules semblables et plus ou moins éloignées d'eux. On se tromperait si l'on croyait la fécondation compromise par la disparition des granules remplacés par des lanières; et nous croyons qu'il est très-probable que cette opération a pour résultat la fécondation de la seconde utricule, où le ruban vient s'introduire par celle d'où sort ce même ruban.

La fécondation d'une utricule ou celle d'un animalcule n'est-elle pas en effet, pour nous, l'introduction de germes vivants dans leur intérieur? Or, nous disons maintenant qu'ici cette condition va être remplie; car bon nombre des rubans que nous avons dessinés dans la figure 1 (planche XI), nous voulons parler des plus développés, tels que ceux qui y sont désignés par la lettre B, sont munis, à leur extrémité, d'un renflement arrondi, au milieu duquel est un orifice; et il y a plus, c'est que, fréquemment, de cet orifice qui ne se laisse apercevoir que quand la lanière est déjà âgée, sortent des granules en nombre plus ou moins considérable. Si donc le ruban est introduit dans une cellule vide, il arrivera un moment où il y déposera ses grains déjà avancés; il la fécondera.

Quel moyen imprévu nous présente ce procédé, nouveau pour nous, d'en venir à une telle fin, et, en même temps, combien n'est-il pas fécond? car il ne s'agit plus de granules comme ceux de la fovilla des anthères, qui souvent sont portés au loin par les vents, mais de germes qui marchent incessamment, avec lenteur et patience, au but proposé.

Nous avons dit un peu plus haut que les radicules dont nous venons de parler n'avaient pas végété dans des conditions aussi favorables que possible; nous devons ajouter, en effet, à ce sujet, que le grain de blé d'où était sortie la radicule de cette figure 1 (planche XI, et la pomme de terre, au-dessous de laquelle s'était développée aussi, dans l'eau teintée avec du purin, la radicule de la figure 5 (planche XIV), avaient été exposés à une basse température

---

(1) Ces mouvements volontaires ont été reconnus par un bon nombre de naturalistes et principalement par MM. Brongniart et Nées le jeune, dans le *Vallisneria spiralis*, l'*Hydrocharis*, dans le *Pepo macrocarpus*, dans l'*Hibiscus palustris*, le *Sida hastata* et le *Rosa bracteata*.

au printemps, attendu qu'à cette saison, peu chaude en Lorraine, nous ne faisions cependant déjà plus de feu dans notre cabinet.

Après avoir reconnu ces cas d'expulsion de rubans confervoïdes par des utricules végétales, nous avons repris l'étude des accouchements de grains d'anthères dans les mêmes conditions défavorables de température et avant qu'ils aient pu arriver à maturité.

Ainsi, par exemple, au commencement d'un printemps froid, nous avons examiné, au microscope, des grains d'anthères dont la couleur pâle annonçait ou une constitution anormale, ou un développement encore imparfait.

Nous allons rendre compte de ce que nos recherches nous ont appris du 6 au 8 avril 1848, et par une température humide et basse.

Les figures 2, 3 et 4 de la planche XVI nous représentent des grains d'anthères du *Fritillaria imperialis*. Dans les n^os^ 3 et 4, la transparence de l'enveloppe laissait apercevoir des rubans internes.

Ces grains, placés dans une goutte d'eau sur le porte-objet, n'ont pas tardé à se gonfler et à émettre, en dehors de leur enveloppe, non pas des grains isolés, mais bien de larges et solides rubans organiques (figures 5, 6 et 7), constitués comme ceux que nous avons montrés tout-à-l'heure aux spongioles d'un grain de blé et d'une pomme de terre, trempés, en partie, dans de l'eau animalisée par du purin. Les bords en sont formés par des cordelettes organiques ou des rangées de cellules allongées unies bout-à-bout; et, dans l'espace compris entre ces tire-bourres, s'entrelacent deux fils déliés qui se terminent souvent en double hélice. Outre un ruban ainsi constitué, l'utricule n° 6 a aussi lancé en dehors un amas de grains mêlés à une multitude de filaments très-fins.

C'est ici le cas de faire remarquer que, dans cette expérience et dans celles qui vont suivre, nous sommes un peu en désaccord avec les auteurs qui admettent qu'une seconde enveloppe, toujours mince et extensible, placée sous l'enveloppe extérieure des grains d'anthères, est lancée en dehors par la fovilla qu'elle recouvre et qui lui fait prendre la forme d'un boyau que l'on a appelé le *boyau pollinique*. Nous n'avons que rarement vu cette seconde enveloppe.

Quant aux figures 12, 13 et 14, elles offrent l'image de grains de pollen de *Gentiana acaulis;* ces grains, à la même époque que les précédents, ont émis des tire-bourres doubles, parfaitement nets et en tout comparables à des queues de vorticelles. Toute la fovilla était employée ici à la construction de ces tire-bourres.

La figure 8 nous montre deux grains d'anthère de ce *Gentiana,* lesquels se sont accouplés, et plus tard, comme dans la figure 9, ont accouché d'un ruban unique.

A chaque pas que nous faisons en avant, de nouveaux points communs nous apparaissent entre les animalcules des infusoires et les utricules végétales. Cherchons donc à prolonger nos études sur les anthères pour tâcher d'y confirmer, de plus en plus, les rapprochements que le microscope nous a déjà dévoilés.

Or, la figure 1 de la planche XVII nous montre trois grains de pollen du *Narcissus-Pseudo-Narcissus*, quelques instants après qu'ils viennent d'être placés dans une goutte d'eau sur le porte-objet; un peu plus tard, ils ont accouché de rubans comme ceux que nous venons déjà de décrire. C'est ce qu'on voit aux figures 2, 3, 4 et 5.

Nous avons déjà remarqué, un peu plus haut, aux rubans sortant des cellules des radicules d'un grain de blé germé dans l'eau, les renflements arrondis de leurs extrémités et, au centre de ces renflements, des orifices très-nettement caractérisés. Ces renflements se retrouvent encore à la terminaison des bandelettes émises par les grains d'anthères du *Narcissus*, et, dans trois de ces bandelettes, on voit les mêmes orifices que ceux dont nous venons de parler. Les n$^{os}$ 2, 8 et 10 avaient aussi émis des amas de petits organes divers sortis par cet orifice extrême.

En y regardant de près, on peut déjà commencer à distinguer, dans les figures 3 et 4 de la planche XVI, comment le ruban émis était enroulé en peloton dans l'intérieur des utricules qui les contenait, et c'est le contour extérieur de cette pelote qui, au premier aspect, ferait croire souvent à une seconde enveloppe emboîtée dans la première. (Voyez figure 1 de la planche XVII.) Nous avions long-temps ajouté foi aussi à cette seconde enveloppe que les auteurs ont signalée et qui, en définitive, existe aussi peut-être dans des cas sur lesquels nous ne sommes tombé que très-rarement. Outre cela, on comprend sans peine que, à mesure que le ruban sort, le volume du peloton interne doit diminuer, et c'est aussi ce qui se remarque, d'une manière évidente, dans les figures 2, 3, 4, 5, 6, etc.

Si, après cela, nous portons encore nos regards sur d'autres utricules polliniques du même *Narcissus* (figures 8, 9, 10 et 11), on ne pourra pas, sans étonnement, reconnaître les développements considérables des rubans sortis de ces utricules, développements qui font comprendre avec quelle régularité et quel entendement ils doivent être enroulés dans un si petit grain de pollen, pour qu'une lanière aussi longue ait pu y être contenue.

Ces longs rubans sont encore ici, pour la plupart, terminés par le même renflement que tout-à-l'heure et percés d'un orifice qui, dans le cas des figures 5, 8 et 10, a émis des paquets d'organes composés d'un grand nombre de grains et de filaments déliés, comme ceux qui sortent par accouchement des animalcules ou de grains d'anthères parvenus à leur maturité.

On ne saurait assez admirer ici les soins tout particuliers que la nature prend pour protéger, dans une saison froide et humide, la graine fécondante de la fovilla des anthères; car, d'après ces expériences, il ressort avec évidence que, si des pluies prolongées tiennent les anthères sous l'eau pendant un certain temps, les granules de la fovilla, n'étant pas protégés dans l'intérieur de ces rubans, seraient émis et lancés au milieu d'une humidité froide qui les ferait périr avant leur maturité.

Or, heureusement il n'en est point ainsi; car les figures de la planche XI nous ont déjà appris comment se comportaient ces rubans émis. Ils parviennent à pénétrer et à se loger dans des utricules voisines. Quant aux rubans des grains d'anthères, nous avons été assez heureux pour

constater qu'ils se comportent aussi de la même manière, c'est-à-dire que les grains polliniques se fécondent les uns par les autres.

C'est ce qu'on peut facilement reconnaître en étudiant les anthères de très-bonne heure et quand elles commencent à s'organiser. On y voit des grains de pollen déjà nombreux et tout formés, et, parmi ceux-ci, de nombreux accouplements. Souvent, il en est de même chez ceux qui, plus tard, sont placés à l'extérieur des anthères. La figure 10 *bis* (planche XVI) nous montre deux grains de pollen du *Phaseolus vulgaris,* qui sont encore réunis par les organes en tire-bourres qui les pénètrent. Nous avons d'ailleurs indiqué déjà des cas d'accouplements par pénétration de rubans d'une utricule dans une autre, dans les figures 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8 (planche XX); ces accouplements s'étaient opérés, sous nos yeux, sur le porte-objet.

La figure 12 de la planche XVIII nous montre un grain de pollen du *Cucurbita Pepo* qui ne contient qu'un faible ruban pâle et qui est bien loin d'être à maturité. Déjà sorti, en partie, il est condamné à périr, à moins que, trouvant à s'insérer dans une autre utricule, il n'y subisse une gestation nouvelle, au moyen de laquelle ses granules polliniques puissent arriver à leur maturité normale.

La faculté d'émettre des rubans confervoïdes s'est montrée à nous dans d'autres exemples que nous tenons à présenter encore à nos lecteurs.

Ainsi, nous appellerons leur attention sur la figure 2 de la planche XVIII, laquelle figure représente un grain de pollen du *Sidonia japonica.* Ici, les organes internes se composent de deux parties distinctes : 1° un noyau, qu'avec un œil exercé à lire dans ces organes, on reconnaît être un peloton dû à un ruban, contourné sur lui-même; 2° une suite d'organes déliés, plus ou moins entremêlés, et qui nous paraissent une ébauche de ruban. La bouche, par laquelle est sortie une portion notable de ces corps, est parfaitement nette et facile à distinguer. La figure 3 nous offre l'image d'un même grain qui n'émet qu'une seule lanière complètement formée; quant à celui du n° 4, il a lancé au dehors une espèce de ruban confus dont les tours en hélice constituent un cône. Ce ruban ainsi contourné est composé de fils très-déliés, emmêlés les uns dans les autres, comme dans la figure 2 de la planche XVIII. Le n° 5 accouche d'une sorte de conferve qui renferme deux trachées séparées l'une de l'autre et dont les spires sont plus ou moins serrées ; il en est de même pour la figure 6 (*Salix bicolor*).

Si nous comparons ces tire-bourres aux rubans des figures 3, 4, 5, 6 et 7 de la planche XVI, nous verrons que les fils entrecroisés de ces derniers ont la plus grande ressemblance avec eux ; toute la différence, c'est que ceux des figures 5 et 6 de la planche XVIII, ayant pris plus de développement en longueur, ont dû resserrer leurs spires.

Dans le grain pollinique offert par la figure 8, et qui appartient au *Gentiana acaulis,* le ruban émis se compose de quatre spiricules à spires assez serrées et soudées ensemble.

Quant à la figure 10, où l'on voit un grain de pollen de la pervenche (*Vinca minor*), le

ruban émis n'est encore qu'ébauché, et les deux bords laissent voir qu'ils sont composés chacun d'une spiricule. Cet état est déjà plus avancé que dans la figure 2.

La figure 11 est la représentation d'un jeune grain de *Cucurbita Pepo* qui accouche d'un long ruban, lequel se compose de plusieurs bouts de rubans soudés ensemble et entre lesquels se remarquent deux cellules en *a*, lesquelles sont vides. Nul doute pour nous que ces cellules plates ne soient de la même nature que les portions de rubans au milieu desquelles elles sont intercalées, et dont les deux premières ne sont pas encore pleines de granules, tandis que le dernier bout de ruban en est complètement rempli, ainsi que de filets très-déliés mêlés ensemble.

Enfin, nous ne pouvons nous empêcher de trouver une très-grande analogie entre ces organes expulsés que nous venons de décrire, ceux, par exemple, qui sont sortis du pollen du *Narcissus-Pseudo-Narcissus* et les poils qui sont émis (voyez figure 9, planche XVII) des utricules du tissu cellulaire de la corolle du même végétal. Nous en pourrions dire autant pour celui de la corolle de la courge.

En définitive, en examinant avec beaucoup de soin les lanières émises par les utricules végétales et particulièrement par les grains polliniques, on reconnaît qu'elles sont généralement composées de deux membranes réunies et bordées par deux petites cordelettes entre lesquelles se remarquent, soit des filets très-fins emmêlés les uns dans les autres et des granules, soit des trachées à fils entrecroisés et à spires plus ou moins serrées.

Or, si l'on veut bien se reporter (tome I^er^) à la figure 5 (planche I), aux figures 9, 10 et 11 (planche II), à la figure 3 (planche VIII), aux figures 3 et 8 (planche IX), au n° 2 (planche X) et au n° 9 (planche XII), on ne pourra hésiter à reconnaître la parfaite identité qui existe entre certains rubans qui y sont indiqués et ceux dont accouchent les utricules polliniques : nouveau point de contact, sur lequel il faut insister, entre les animalcules des infusions et les utricules végétales, et sur lequel il faut insister surtout pour celles qui, par leur animalisation, se rapprochent aussi le plus des animalcules.

L'observation nous a d'ailleurs fait connaître que, dans certains moments tout exceptionnels, et quand la fovilla s'échappait par petites saccades de l'organe en forme de spatule qui termine les rubans confervoïdes émis par les grains de pollen, se manifestaient des mouvements oscillatoires le long de ces lanières, à la manière des conjuguées dans leur première jeunesse.

Jusqu'ici nous n'avons montré que des utricules polliniques qui n'émettaient de leur sein qu'une seule lanière confervoïde sortant par un seul orifice ; mais la figure 12 (planche XVII) nous présente une anthère du *Primula auricula* qui en lance par deux côtés à la fois : nouveau rapprochement à faire avec les animalcules des infusions (figure 9, planche IX, tome I^er^). Nous avons même vu plusieurs fois des utricules du *Vinca minor* émettre des rubans par trois orifices à la fois, comme nous l'avons d'ailleurs indiqué pour l'animalcule de la figure 10 de la planche VIII du même premier volume.

Nous tenons à faire ressortir encore une autre ressemblance entre les mêmes organismes. Nous savons qu'il y a des animalcules binaires résultant de la réunion persistante de deux individus. C'est ce qu'on a fait remarquer (figures 9, 10 et 11, etc., de la planche V, tome Ier), c'est encore ce qui se voit pour l'animalcule n° 3 de la planche XI du même volume, qui accouche d'un ruban, comme nos utricules végétales. Or, pour compléter la ressemblance, nous rappellerons encore que la figure 8 de la planche XV (second volume) nous montre aussi deux utricules soudées ensemble, et que ces mêmes utricules, unies, accouchent aussi (figure 9) d'un ruban confervoïde.

Une similitude du même genre, mais plus compliquée, nous apparaît encore dans la figure 19 de la planche II. La grosse utricule qui y est représentée, tirée de la baie du *Solanum T.*, est visiblement composée de quatre parties distinctes ; elle correspond directement aux animalcules quadruples (figures 17 et 22, planche V, tome Ier) ; la même disposition se retrouve (figure 4, planche IV) ; de plus, on y remarque un orifice circulaire correspondant à l'orifice expiratoire des infusoires : la bouche et l'anus s'y trouvent aussi indiqués.

En résumé, il nous semble que, très-souvent et par des températures variables et peu élevées, il se forme dans les utricules des anthères, et même dans les autres cellules végétales, des conferves plates, lesquelles, souvent terminées par un renflement en forme de spatule, émettent, par l'orifice qu'on voit au centre de cette spatule, une véritable fovilla qui n'en sort qu'autant qu'elle est arrivée à bon terme. S'il n'en est pas ainsi, ces lanières sont réabsorbées et englouties, en partie du moins, par des utricules voisines, ainsi que nous l'avons encore constaté sur le tissu cellulaire des corolles de la courge (figure 6, planche XV, et figure 1, planche XVIII, anthères de la primevère). Là, les granules, renfermés dans ces rubans, subissent une nouvelle gestation, et, arrivés à maturité, sortent de la conferve qui les contient et se répandent au dehors, comme quand il s'agit de grains d'anthères qui viennent à éclater.

Au surplus, nous n'en avons pas encore fini avec ces grains des anthères ; car il nous importe de les suivre depuis leur naissance jusqu'à leur mort, et ceux du *Cucurbita*, par leurs grandes dimensions, sont assurément ceux qui se prêteront le mieux à nos investagations.

## § III.

### *Ressources imprévues pour la fécondation.*

Nous avons retracé la manière dont a lieu, par un temps chaud, la sortie des corps internes d'un grain de pollen de *Cucurbita Pepo* et, dans ce cas, sur les fils déliés et les bandelettes du milieu de ces corps internes, indiqué la prédominance des molécules granuleuses ou globuleuses émises. (Voyez figure 15, planche V.) Ce sont ordinairement les organes femelles, fécondés dans la saison chaude, qui produisent les fruits les plus développés et ceux qui ont les meilleures qualités ; mais si l'on examine la fovilla à d'autres saisons, on y retrouve les mêmes modi-

fications que celles que nous ont fait voir les fovillas d'autres végétaux. Les figures de la planche XVIII, qui vont passer sous nos yeux, ont été dessinées en automne, le 11 octobre.

La figure 2 nous montre, à cette époque, un grain d'anthère de *Cucurbita*, au moment où il accouche d'un long boyau arrondi tourné en spirale et en hélice tout à la fois sur lui-même, et sur lequel nous avons déjà appelé l'attention.

En y regardant de plus près, nous avons pu indiquer, dans cet amas de circonvolutions de ce boyau, plusieurs séparations, nous dirions presque des articulations à divers points, comme en *a*, *b* et *c*.

Ce mot articulation passerait peut-être pour hasardé dans le cas présent ; mais il le paraîtra beaucoup moins dans le corps émis par un grain semblable au précédent dans la même expérience, et qui est dessiné dans la figure 5 ; cependant il n'y a encore là qu'un commencement de conferve, comme celle de la figure 2 de la planche XVII ; car elle ne contient encore qu'un petit nombre de corps internes dans chacune de ses cellules.

Mais il n'en est plus de même dans la figure 9. On y voit un grain de pollen de la même courge, et qui, ayant éclaté, a laissé sortir la belle conferve parfaitement articulée, qui nous a singulièrement impressionné la première fois que nous l'avons aperçue ; car nous avons cru avoir bien plutôt affaire à un ver qu'à une production purement végétale, et cependant, avec un peu d'attention, on ne peut s'empêcher de reconnaître, dans chacune de ces cases, des formations végétales inertes composées de rubans et de granules, comme chez beaucoup d'autres conferves.

La belle couleur vert-clair de ces organes indiquait une grande vigueur de végétation, et, par conséquent, le système n'était pas encore arrivé à son état définitif.

Nous avons eu, en effet, occasion de découvrir beaucoup d'autres conferves pareilles, mais dont la couleur des organes internes était précisément du même jaune que les grains d'anthères. Alors c'étaient les granules, les globulins indépendants qui dominaient dans les cases de la conferve, et les rubans y disparaissaient en grande partie, circonstance que nous avons constamment reconnue coïncider avec l'époque de la maturité dans les grains des anthères.

On trouvera peut-être que notre dessin représente ici les utricules polliniques avec une grosseur exagérée. Nous répondons à cette objection que nous avons eu à notre disposition des courges d'une végétation et d'une vigueur extraordinaires, car elles avaient vécu dans un sol sablonneux à la vérité, mais engraissé d'une manière exceptionnelle, comme on a l'habitude de le faire dans les montagnes des Vosges, où souvent la belle saison dure peu et où il faut en tirer tout le profit par le secours d'une fumure pour ainsi dire excessive.

Ce qu'il y a de sûr, c'est qu'il était impossible d'expérimenter dans des conditions plus avantageuses pour nos expériences; et si, par hasard, sans nous en douter, nous avons dessiné ces utricules polliniques de la courge sur une échelle une peu plus grande qu'une exactitude mathématique ne l'aurait exigé, nous nous serions gardé de les recopier, de peur de changer en rien le facies de la belle conferve du n° 9.

Le ruban de la figure 6 est fortement articulé et composé de cellules plates qui, dans leur intérieur, offrent deux fils croisés l'un dans l'autre ; de la bouche de l'utricule sortent, en outre, deux organes parfaitement semblables à deux vorticelles ; ses articulations sont aussi très-marquées (figure 8) ; c'est une véritable conferve *plate*. Reportons encore nos regards sur la figure 11, où l'on ne peut contester que les deux bords du ruban sont composés des cellules soudées les unes à côté des autres, et où, plus tard, nous avons vu ces cellules se transformer en spiricules. Une partie en *a* de la membrane, entre ces deux bords, présente un tissu très-fin et très-régulier, tandis que la partie *b* est articulée et que les cases placées entre les cloisons renferment des globulins et des rubans plus ou moins déliés et tournés plus ou moins en tire-bourres. Les deux bords sont, en outre, terminés par des utricules de la même forme que des vorticelles, d'ailleurs comme dans la figure 6.

Dans la figure 10 est représentée la sortie d'une utricule interne de vorticelle sans queue par l'orifice de l'opercule *a*, qui, chassé, est venu en *b*. Dès à présent, nous ferons observer que cet organe *c* ne s'est pas, ici, séparé de l'utricule-mère, pas plus que dans les infusoires des figures 2, 3, 4, 5 et 6 (planche X, tome I^er^). Nous comprendrons bientôt l'importance de ce fait.

La figure 7 de la planche XVIII nous montre un cylindre dont les génératrices sont des fils droits parallèles et réunis par un fil pareil tourné en spirale. Or, ce système n'a-t-il pas un air de parenté évident avec le cylindre fabriqué par les infusoires (n° 11 de la planche XIX du tome I^er^)?

Maintenant, il nous paraît très-important de rappeler encore l'attention sur un fait dont nous avons déjà parlé et qui, sur les organes floraux de la courge, nous a semblé fort remarquable.

Reportons-nous encore aux rubans sortis des utricules des figure 1, *c*, *c'*, *c''* de la planche X et à ceux des deux spongioles A et B (figure 5 de la planche XIV), lesquels rubans vont souvent s'insérer dans d'autres utricules pertuisées. Avant d'aller plus loin, c'est ici le cas de faire remarquer que ces deux exemples peuvent être (sans aucune idée systématique) rapprochés de celui que nous offre la figure 2 de la planche XV, tome I^er^, où l'on voit un tissu cellulaire qui s'est formé, de toutes pièces, dans la pellicule d'une vieille infusion de graines de carottes, et où les infusoires, en cessant leur vie active et de locomotion, se sont réunis bout-à-bout en rangées. Or, ce tissu contenait beaucoup de cellules pertuisées, et de plusieurs de leurs pertuis sortaient des rubans dont quelques-uns allaient s'insérer dans le pertuis d'une autre cellule. Au demeurant, sur ce même tissu, il restait encore des preuves de son origine ; car on voyait çà et là des animalcules faisant la boule et en train d'émettre aussi des rubans parfaitement semblables à ceux des cellules. Chez ceux qui étaient vides et appartenaient à de vieilles infusions, la perforation était surtout évidente.

D'autre part, dans la figure 1 de la planche XVIII, nous voyons un tissu cellulaire régulier comme le précédent et non plus des animalcules accouchant sur ce tissu, mais bien des grains

*a, b, c* de pollen du *Narcissus-Pseudo-Narcissus* émettant des rubans ; or, ce fragment n'était autre chose qu'un petit morceau de la cuticule supérieure de la corolle de ce même *Narcissus*. On est frappé de tous ces rapprochements.

Or, maintenant nos recherches sur les organes de la floraison de la courge nous ont fait reconnaître, un bien grand nombre de fois, des grains de pollen qui, étant tombés sur la corolle, y ont accouché de longues conferves d'un beau jaune, ayant absolument la même teinte que celles des granules des anthères à l'état de maturité (figure 9, planche XIX). Il y a plus : c'est qu'en disséquant, avec un soin scrupuleux, le tissu cellulaire supérieur de cette corolle, nous y avons trouvé çà et là de semblables conferves, et même des rangées de pareilles conferves, et nous les avons suivies jusqu'à la base de cette corolle.

Nous serions fort tenté de croire que les rubans émis par les grains de pollen, ainsi tombés, pénètrent jusque dans ce lissu cellulaire, pour y chercher une nourriture appropriée à leur organisation avancée ; car les globulins des cellules de la corolle ont aussi la même teinte que celles des granules du pollen ; du moins nous avons cru reconnaître que ces rubans ainsi insérés ou au moins collés, unis à la surface supérieure, allaient incessamment en s'allongeant, et se rapprochant de la base de la corolle et, par conséquent, de l'ovaire.

On comprend que, s'il en est ainsi, la majeure partie des grains de pollen, qui tombe sur la corolle et qui serait ainsi dissipée en toute perte, se trouve utilisée (surtout au moment où s'atrophie cette corolle), soit à la fécondation de l'ovaire, soit, ce qui reviendrait au même, à sa nutrition. En effet, au moment où ces riches conferves lancent au dehors leurs grains internes, ceux-ci, mis en liberté, doivent être attirés par la force aspiratoire de l'ovaire, et y pénétrer.

Par cette voie beaucoup plus large et nécessairement plus richement approvisionnée, la fécondation aurait plus de chances de réussite que par le chemin si étroit du pistil.

Il y a plus, c'est que la marche de la fovilla, dans les deux cas, semblerait présenter, sous un autre rapport, de très-grands rapprochements ; car, d'après les recherches faites par beaucoup de physiologistes, la manière dont la fovilla pénètre et progresse dans le pistil ressemble beaucoup à celle d'une conferve qui, s'insérant au sommet de ce pistil, parviendrait jusqu'à l'ovaire par le centre de cet organe, à la suite de l'introduction du boyau pollinique.

Combien, d'ailleurs, ne voit-on pas de fleurs où les anthères, placées au-dessous du sommet du pistil, offrent peu de chances pour tomber sur celui-ci, tandis que ce vase naturel de la corolle semble placé tout exprès pour recueillir les grains polliniques et empêcher leur dispersion dans l'air ou sur la terre.

Quand les rubans renfermés dans les utricules polliniques s'y sont développés, il n'est pas rare de les voir tellement contractés en tire-bourres que leurs spires se touchent bientôt de

manière à constituer un tube continu. C'est ce qu'on voit commencer à se faire dans les figures 12, 13 et 14 de la planche XVI, et ce qui est complètement advenu aux spires des figures 5 et 6 de la planche XVII, dans les figures 5, 9, 10 et 11 de la planche XII.

Il nous semble qu'on n'a pas fait assez attention aux différences très-marquées que peut présenter ce qu'on a appelé le boyau pollinique exhalé des grains du pollen des anthères, suivant les conditions de température et d'âge dans lesquelles il est observé. Nous répéterons encore que, quand il fait chaud, et que les anthères sont mûres, la fovilla sort par grains libres ou retenus seulement au milieu d'un liquide visqueux qui représente assez bien le frai des grenouilles, et qui permet bientôt aux divers organes qui y sont renfermés, grains et petites bandelettes, d'être séparés par une faible pression exercée sur les verres du porte-objet.

Mais alors ces grains, si la température reste chaude, sont d'une motilité incontestable et parfaitement comparables à de fortes monades, mais ayant une tendance remarquable à s'associer bout-à-bout, ou en groupes nombreux, si la température vient à s'abaisser, ce qui arrive très-souvent pendant la nuit, dans la belle saison, surtout dans les pays de montagnes, et c'est encore une ressemblance de plus entre ces grains organiques et les très-jeunes générations émises par les animalcules des eaux.

Ainsi, d'après ce qui a été dit dans ce dernier chapitre, on est amené à comprendre comment des observateurs également habiles, mais placés dans des conditions atmosphériques différentes, ont pu recueillir des résultats différents. En France, par exemple, MM. de Mirbel, Brongniart, etc., ont reconnu aux granules polliniques, arrivés à terme, des mouvements qui indiquaient des volontés locomotrices, à leur avis, incontestables, tandis qu'en Angleterre, Robert Brown n'a cru voir en eux que des molécules quasi matérielles et ne manifestant qu'un *grouillement* (terme adopté par lui) comparable à des particules de verre pilé ou de brique. Et nous disons cela, sans préjudice de ce qu'ont paru nous apprendre à ce sujet les expériences spéciales que nous avons relatées au chapitre I^er^ de notre premier volume.

Au surplus, pour faire bien comprendre comment nous avons été amené à admettre que des conferves, ou, si l'on aime mieux, des rangées de cellules comme on en voit une dans la figure 9 de la planche XIX, étaient véritablement insérées dans le tissu de la corolle du *Cucurbita Pepo*, nous expliquerons comment nous nous y sommes pris pour constater ce fait.

Pour cela, en effet, après avoir lavé avec soin un lambeau assez étendu de la corolle, et l'avoir essuyé doucement et long-temps, ensuite gratté légèrement avec une lame de rasoir, nous avons continué ainsi jusqu'à ce que, à l'aide d'une forte loupe, nous ayons pu nous assurer qu'aucun détritus des émissions polliniques ne restait à la surface de ce fragment de la corolle.

Après ces précautions, nous avons enlevé avec un rasoir une lame mince de la surface de

ce fragment. Or, nous croyons pouvoir affirmer que les lames minces, ainsi enlevées et posées sur le porte-objet, nous ont dévoilé, dans leurs espaces intra-cellulaires, des conferves identiques à celles de la figure 9 de la planche XIX et de la figure 11 de la planche XX.

D'autres expériences toutes récentes nous ont encore fait supposer que la corolle peut renfermer, dans sa propre organisation, des séries linéaires de cellules très-avancées, telles que ces espèces de conferves sorties des grains de pollen. En effet, si l'on examine avec soin des tissus de corolle et d'anthère à l'état naissant, bien avant l'épanouissement de la fleur, on y trouve des rangées de tissu cellulaire non encore soudées et au milieu desquelles on aperçoit de pareilles conferves : on en voit aussi dans les ébauches des anthères, ainsi que des grains de pollen déjà parfaitement formés.

Nous répéterons encore que ces conferves, ainsi mêlées au tissu de la corolle, présentent beaucoup de chances pour que les germes fécondateurs arrivent, à coup sûr, à leur destination.

Qu'est-ce, en effet, qu'une conferve pareille? C'est un être composé d'articles vivants qui s'allongent et grossissent, et dont le dernier, le plus jeune, jouit de la propriété de donner, à son tour, naissance à un nouvel article, qui devient ainsi le premier, comme l'était auparavant celui qui lui a donné naissance; si bien que ce système vivant, tout lent qu'il puisse paraître au premier aspect, n'en marchera pas moins avec une constance inexorable dans ses envahissements successifs, et cela d'autant mieux qu'il se trouve protégé contre les circonstances extérieures et que, d'autre part, implanté dans un milieu fort animalisé, il s'y trouve dans d'excellentes conditions de nutrition, c'est-à-dire de prospérité toujours croissante, à mesure qu'il avance vers la base de l'ovaire qui, comme on le sait, est un centre d'absorption puissant des liquides nourriciers de la tige. Il n'y a donc rien d'irrationnel à admettre que la tête de la conferve progressera de plus en plus vers ce foyer, absolument comme les racines d'un arbre s'étendent de préférence vers les parties du sol les plus riches en humus ou en toute autre matière qu'elle peut s'assimiler.

Et d'ailleurs, tout ce que nous venons de dire ferait admettre également, dans le pistil, l'introduction de pareilles conferves issues de grains d'anthères qui ont vécu par un temps humide et sous l'inflence d'une température peu élevée. Une fois cette lanière confervoïde insérée sur le stigmate, elle pénétrera incessamment dans le style jusqu'à l'ovaire, et là, à un moment donné, elle pourra y verser, par l'orifice placé à son extrémité, ses granules reproducteurs. Nous voyons ainsi une manière simple de rendre compte d'un fait qui nous semblait jusqu'alors inexplicable; car, comment pouvait-on comprendre cette marche incessante du boyau formé de granules indépendants renfermés dans la seconde enveloppe du grain de l'anthère? Ici, dans notre esprit, ce prétendu boyau devient un être organisé capable de se nourrir et de croître, et cela d'autant mieux qu'enfoncé dans un organe richement doté de fluides nourriciers, il tiendra encore à se rapprocher sans cesse du centre de l'ovaire, rendez-vous de substances animalisées.

La fécondation, comprise ainsi, peut, en définitive, être comparée à celle des algues olivacées, découverte par M. Thuret (1).

Si les choses se passaient réellement ainsi, il s'ensuivrait que des ovaires peuvent être fécondés sans le secours des anthères. L'illustre abbé Spalanzzani a plaidé très-vivement cette possibilité que les savants ont repoussée de son temps, quoiqu'il se basât sur des expériences directes, dans lesquelles, avant l'époque de la fécondation, il avait arraché les anthères naissantes à des fleurs de courge, et où, malgré cela, les ovaires s'étaient trouvés fécondés.

Quand des hommes d'une telle valeur et doués d'un esprit si éminemment philosophique avancent un fait important d'une manière aussi nette, ne serait-il pas d'une haute justice, avant de le repousser, de répéter leurs expériences un grand nombre de fois? car, en définitive, il est probable que ce genre de fécondation, s'il est vrai, est plus rare par les corolles seules que par le pistill. Celui-ci, en effet, n'est qu'une espèce de corolle avortée et qui offre un cheminement plus court; mais, vu ces rapprochements, les pétales de la corolle pourraient bien aussi, par leur propre force d'organisation, produire quelques utricules privilégiées, quelques germes fécondateurs aussi avancés que ceux des anthères.

On conçoit que, si nous sommes parvenu à voir des conferves vigoureuses telles que celles de la figure 9 (planche XIX) dans le tissu cellulaire de la corolle, il y avait de nombreuses chances pour qu'à plus forte raison pareille chose se trouvât aussi dans le tissu cellulaire plus avancé encore des filets de l'anthère de la courge. Or, cherchant à éclaircir ce soupçon, nous n'avons pas été long à reconnaître, dans ce tissu, une conferve très-chargée de globuline jaune-foncé et remarquable par sa constitution binaire. (Voyez figure 11, planche XIX.)

Dans chacune de ses cases, il est facile de distinguer deux amas granuleux qui se touchent, il est vrai, mais qui n'en sont pas moins distincts; quant à la dernière case encore ronde, elle ressemble singulièrement à la tête d'une chenille douée de deux yeux et d'une sorte de système

---

(1) Cette faculté pénétrante et progressive d'une organisation confervoïde, comme celle que nous venons d'examiner au milieu d'un tissu organique, ne pourrait-elle pas aussi rendre compte, d'une manière générale, de l'introduction de certains virus dans les membranes, soit végétales, soit animales?

Ainsi, par exemple, la maladie des vers à soie envahis par de véritables moisissures ne serait-elle pas quelque chose d'analogue? Les polypes, qui remontent à travers les membranes du nez jusque bien avant dans la gorge de l'homme et qu'on est ensuite obligé d'extirper, en lui causant de cruelles souffrances, ne viendraient-ils pas à l'appui de cette opinion, renforcée d'ailleurs par la découverte toute récente de longs filaments confervoïdes dans le tissu cellulaire des individus attaqués par la syphilis, lesquels filaments, encombrant les tissus de plus en plus, finissent par compromettre la vie animale?

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY WOODS HOLE, MASS. LIBRARY

cérébral formant l'extrémité du système ganglionaire double, représenté par les grains jaunes accouplés.

Dans cet exemple, l'organisation semble avoir fait un pas de plus que dans la corolle, où la vitalité doit être moins grande que dans l'organe mâle. Ce qu'il y a encore à noter ici, c'est que ces conferves ont plus d'un rapport de constitution avec les vers qui, dans les années chaudes, mais très-humides, se développent sur les organes floraux et y apportent la stérilité.

Nous avons déjà fait remarquer une éruption de fovilla d'un grain d'anthère de *Cucurbita*, qui, abandonnée à elle-même entre deux verres, s'est organisée en rangées régulières de tissus cellulaires. C'est ce qu'ont fait aussi de jeunes animalcules nouvellement émis. (Voyez tome I^er^, figure 8, etc., planche XII, et figure 2, planche XIII.) Nous avons constaté le même fait pour les granules sortis d'autres utricules végétales.

Si, par exemple, au printemps, au moment où la sève vient à monter, on place, dans un verre d'eau, pendant quelques heures, le bout d'une petite branche d'un végétal à croissance rapide, comme de la vigne vierge, et si, après en avoir soulevé l'écorce, on enlève avec une pointe un peu de la jeune matière verte déposée sur le bois, et qu'on l'examine au milieu d'une goutte d'eau, on y apercevra, parmi les rangées naissantes de tissu cellulaire, qui souvent ne sont pas encore soudées latéralement ensemble, un grand nombre de petits globules verts séparés les uns des autres. Or, si l'on place sous l'eau les deux plaques de verre entre lesquelles on les a observés et qu'on les regarde le lendemain ou le surlendemain, on reconnaîtra que ces grains se sont, en beaucoup d'endroits, organisés, soit en masses de tissu cellulaire, soit en petites conferves droites. Il est nécessaire d'ajouter que les plaques doivent être posées dans de l'eau et dans un vase placé, si la température est basse, sur le marbre tiède d'un fourneau.

Si, au lieu de laisser infuser dans l'eau la petite branche pendant un certain temps, on enlève tout de suite l'écorce, et qu'on recueille un peu de matière verte à la surface de l'aubier, cette matière montrera, au microscope, une multitude de jeunes grains qui se sont déjà rangés dans le même sens, leur grand axe étant parallèle à celui de la branche, et, parmi eux, des réunions de deux, trois, quatre et plus de ces granules, constituant ainsi de petits bouts de conferves articulées.

Enfin, si on laisse sous l'eau la branche et qu'en ayant extrait, comme tout-à-l'heure, un peu de matière verte, on laisse celle-ci entre deux plaques de verre et dans une soucoupe pleine d'eau pendant plusieurs jours, outre les portions de tissu cellulaire naissant qu'on y apercevra, on y reconnaîtra, à un grand nombre de globules verts qui ont été enfermés entre les plaques, des mouvements qui nous ont paru, par leur nature, incontestablement volontaires et nullement comparables au grouillement de Brown. Nous avons déjà plusieurs fois signalé le même fait pour les grains polliniques de la courge.

Tout ce que nous venons de dire nous semble, en dernière analyse, faire comprendre comment arrive et doit arriver jusqu'à l'ovaire l'*Aura seminalis* des anthères, soit qu'elle chemine

en boyau confervoïde par le stigmate, soit qu'elle se fraie, probablement de la même manière, un chemin dans le tissu cellulaire de la corolle.

A mesure que nous avançons dans l'étude de ces corps, nous reconnaissons plus nettement les rapprochements à faire entre les corpuscules renfermées dans les utricules végétales et ceux qu'émettent les animalcules des infusions. Nous allons, dans cet article, indiquer un exemple de plus de ce parallélisme d'organisation, lequel nous semble digne d'être mentionné.

Jetons les yeux sur les n$^{os}$ 11, 12 et 13 de la planche V.

Ces figures représentent un certain nombre de ces utricules dont la réunion compose le tissu cellulaire de la *truffe*. Elles sont formées d'une enveloppe transparente, fortement chagrinée, qui renferme un, deux, trois, quatre ou même cinq grains reproducteurs qu'on a nommés *truffinelles*. Ils ont une forme ovale, et le dictionnaire des sciences en a donné, il y a déjà long-temps, une bonne figure que l'on doit à Turpin.

Or, nous avons fait infuser de petits fragments de truffe dans un verre rempli d'eau pure, à une température de 10 à 12 degrés.

Au bout de vingt-quatre heures, un mouvement rapide de points animés s'est manifesté dans le liquide, et, le cinquième ou le sixième jour, on pouvait voir fort distinctement des infusoires de forme ovale en très-grande quantité. Ces infusoires étaient diaphanes et incolores ; ils nous ont semblé avoir beaucoup de rapports avec d'autres qu'on rencontre dans le purin concentré.

Sur d'autres points encore, l'examen de cette infusion n'était pas sans intérêt. Indépendamment de la multitude d'animalcules dont nous venons de parler, on y voyait beaucoup de petites oscillaires, les unes droites, les autres en spirale, ou vibrions, qui s'agitaient avec une singulière vivacité.

Après plusieurs jours d'examen prolongé, nous n'avons rien découvert de nouveau dans les animalcules ovoïdes, et nous étions prêt à en abandonner l'étude, quand nous nous sommes avisé de chercher à les colorer par la liqueur rouge contenue dans les baies de *Phytolacca decandra*.

Après avoir nagé, dix heures environ, dans le liquide ainsi coloré, ces infusoires étaient teints en couleur rougeâtre, et alors leur enveloppe, jusque-là parfaitement lisse, laissait distinguer de petites éminences ou aspérités, et avait pris tout-à-fait l'aspect des grains de la truffe ; la seule différence, c'est qu'ils étaient un peu plus petits. Quant à leur manière de se comporter, voici ce que nous avons recueilli, en les examinant depuis leur apparition jusqu'à la fin de leur vie de locomotion.

Les petits sphéroïdes dont nous parlons, colorés par le *Phytolacca*, présentaient l'aspect d'une agglomération de petits corps ovoïdes réunis sous une enveloppe très-mince et difficile à apercevoir (figure 14 de la planche V). Arrivés à une certaine époque de leur existence,

une ou plusieurs fentes se manifestèrent dans le système, et un individu, qui était unique, se divisa en deux, trois, quatre et même cinq individus semblables à lui-même, c'est-à-dire en un certain nombre de sphéroïdes qui, s'agitant très-vivement, grossirent, se gonflèrent de plus en plus et se subdivisèrent encore.

Or, si l'on prend un de ces infusoires, arrivé à son volume maximum, et si l'on compare les figures 11, 12 et 13 à la figure 14, on ne peut s'empêcher de remarquer l'identité de formes qui existe entre les grains reproducteurs de la truffe et les animalcules qui se sont développés dans l'infusion, et toute la différence, nous le répétons, c'est que les animalcules étaient généralement un peu plus petits que les truffinelles.

Voilà donc encore, à ajouter à tous les précédents, un nouveau lien, une nouvelle similitude entre les utricules végétales et les animalcules d'infusion des végétaux correspondants. Il est bon, au surplus, de faire remarquer que, dans cette expérience, nous ne nous étions pas encore avisé de placer les fragments végétaux de l'infusion dans de l'eau animalisée par du purin, mais simplement dans de l'eau pure. Or, il est très-probable que le résultat eût encore été plus satisfaisant, si nous avions expérimenté dans ces conditions.

## § IV.

*Suite des corps émis ou renfermés dans les utricules végétales. — Des trachées et des utricules rayées et ponctuées.*

Souvenons-nous qu'à travers les corps transparents de certains infusoires, nous avons pu distinguer (tome I^er^), fort nettement, des lanières ou des cordons contournés en hélice et dont souvent le prolongement en dehors a constitué leur appareil caudal; nous n'avons, pour cela, qu'à reporter nos yeux sur les figures 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 et 23 de la planche II du premier volume, et comparer ces divers corps aux utricules des figures 8, 9, 10, 11, 12 et 13 de la planche VI, et aux figures 4, 5 et 6 de la planche VII, trouvées, la première, dans une baie de *Solanum tuberosum,* et les deux autres, dans le tissu fibreux du parenchyme d'une prune, tenu en digestion, pendant quelques heures seulement, dans de l'eau, et débarrassé ainsi de la majeure partie du tissu cellulaire qui l'entourait. Nous allons passer en revue un certain nombre d'utricules ou de fragments végétaux qui nous présenteront beaucoup d'analogie avec ces individus, et dont l'étude semble nous avoir permis d'expliquer quelques faits physiologiques encore douteux, à propos des trachées et des vaisseaux rayés et ponctués.

Nous allons, pour cela, étudier avec soin bon nombre d'exemples de tire-bourres qui ont pu tomber sous nos yeux, soit en dedans, soit en dehors des utricules végétales, et comparer ces

organes à ceux, de même nature, que nous avons précédemment découverts chez les infusoires ou au milieu de leurs travaux.

Commençons par les rangs inférieurs de l'échelle, et jetons d'abord les yeux sur cette très-jeune conferve sortant de son espèce d'œuf (figure 15, planche XIII). On voit dans son intérieur une trachée naissante, mais son extrême petitesse empêche de distinguer autre chose qu'un fil délié qui la constitue.

Il en est de même dans plusieurs cases des conjugués (figures 12 et 13); mais on y distingue des filaments granuleux, et cette constitution granuleuse ne se retrouve que très-rarement et dans l'extrême jeunesse de ces organes. Les fils en tirre-bourre sont, plus tard, ou des cylindres, ou des lanières très-aplaties, comme ces longs rubans sortis des cellules ou des grains d'anthères que nous avons décrits plus haut. Ainsi, par exemple, dans les deux dernières utricules allongées de la figure 14 de la planche XII, on voit un de ces rubans ou lanières nouvellement formés; il en est de même dans les deux utricules n$^{os}$ 15 et 17 de cette planche. A mesure que ces lanières s'allongent, on les voit, de plus en plus, se contourner en hélice sur elles-mêmes, ainsi qu'il est indiqué dans la figure 7 en *a* (planche XIII) et dans les figures 9 et 10 de la même planche; dans ces dernières, nous l'avons déjà dit, les circonvolutions sont assez rapprochées pour former un tube continu renfermé dans l'utricule-mère.

Or, nous avons indiqué, dans le premier volume (figure 12, planche XI, figures 16, 17, 18, 19, 22 et 23, planche II), de pareils tire-bourres dans les infusoires.

Enfin, dans les espaces intra-cellulaires, on rencontre les mêmes organes, soit qu'ils aient pu se développer dans les lacunes qu'on y rencontre, soit qu'ils aient rompu, en grandissant, l'enveloppe-mère dans laquelle ils avaient vécu. (Voyez les figures 5 et 7 de la planche XIII.) Le dernier cas dont nous venons de parler nous paraît devoir être fréquent pour les tire-bourres qui sont en liberté dans les tissus, excepté pour les longs rubans trachéens.

Or, des cas tout-à-fait semblables ont été signalés par nous dans les infusoires ou dans les organes qu'ils ont émis par accouchement.

Nous disions, à l'instant, que, souvent, les fils en hélice, renfermés dans les utricules, étaient tellement serrés les uns contre les autres, qu'il était difficile d'en discerner les jonctions; cependant, ces membranes continuant incessamment à croître, on comprend qu'elles finissent par gonfler, outre mesure, l'enveloppe de l'utricule qui, de son côté, à mesure qu'elle vieillit, va incessamment en s'amincissant: il est donc naturel qu'un moment arrive où elle crève et tombe en lambeaux. Alors, de deux choses l'une: ou bien le tire-bourre, serré à tel point qu'on voit à peine la ligne séparative de ses parties pressées les unes contre les autres, reste clos dans un espace intra-cellulaire qui l'empêche de s'étendre, et alors on ne peut plus distinguer les lignes séparatives de ses tire-bourres fusiformes: ou bien, après avoir rompu son enveloppe, il trouve de la place autour de lui, et, sa force de ressort

n'étant plus contenue, il se débande en une hélice plus ou moins relâchée. C'est ce qu'on remarque dans la figure 7 en *e*, en *d* et en *f*, planche XIII, et dans les figures 8 et 11 de la même planche.

Il y a peu d'années, la physiologie végétale avait encore fait peu de progrès, et un savant, qui s'en occupait avec ardeur, M. de Mirbel, portant toute son attention sur les trachées, a voulu saisir l'origine de ces organes dans un même végétal dont il suivait attentivement les développements successifs. Au milieu de ses observations et dans les lacunes que laissait, çà et là, le tissu cellulaire de ce végétal, de Mirbel a distingué certaines utricules allongées et dont l'enveloppe lui a paru, pendant un temps assez long, ne présenter qu'une membrane unie et dépourvue de toute espèce de stries ; et cependant, en continuant avec persévérance ses observations sur ces mêmes utricules, il est arrivé à reconnaître, de manière à n'en pouvoir douter, que certaines d'entre elles, qu'il venait à peine de quitter, présentaient tout à coup une spiricule plus ou moins serrée, comme si cette membrane, par une sorte de force de ressort latent, et venant à se manifester tout à coup, avait été forcée de se découper ainsi en bande contournée sur elle-même en forme de trachée.

D'après ce que nous venons de dire quelques lignes plus haut, cette membrane, en apparence continue et sans stries, et le débandement du ressort qui la constitue, nous semblent chose facile à concevoir dans l'expérience du savant que nous citons ; mais cela n'empêche pas qu'il y ait aussi des trachées dont on suit les progrès, non parce que leur force de ressort les a fait débander comme les précédentes, mais bien parce qu'elles ne sont encore ni assez vieilles, ni assez allongées pour avoir été forcées de faire joindre ces circonvolutions les unes contre les autres.

Au reste, quelque temps après les recherches de M. de Mirbel, un Anglais, Henri Slach, a constaté la formation de trachées au milieu d'utricules allongées, telles que celles qu'on trouve, par exemple, vers le centre d'une courge ou dans les matières non amilacées d'une pomme de terre. Henri Slach affirme que ces trachées apparaissent après la formation complète de l'enveloppe des vaisseaux qui les renferment, et cette manière de juger les choses a été généralement adoptée, jusqu'à ce que M. Trécul a annoncé qu'il croyait que ces hélices, qu'on a nommées improprement spiricules, apparaissent d'abord, et que la membrane qui les recouvre est fabriquée après elles. M. Trécul pense, en outre, que ces fils trachéens sont toujours un cylindre creux au centre.

Pour nous, il nous semble qu'il peut arriver que les hélices viennent à paraître dans une enveloppe déjà formée ; l'expérience nous en a fourni de nombreux exemples ; mais il nous paraît très-probable aussi qu'autour de trachées qui ont détruit leur enveloppe, il peut, il doit même s'organiser des enveloppes, de telle sorte qu'en définitive, les opinions des trois savants que nous venons de citer peuvent être complètement exactes, selon les cas.

Quant au fil lui-même de la trachée, il nous semble encore que M. Trécul a souvent raison, quand il croit qu'il est creux à son centre, car si le tire-bourre est formé par une lanière déjà âgée, nous avons vu qu'elle peut se tourner sur elle-même, de telle sorte que ces tire-bourres se touchent; cette lanière formera donc un vaisseau cylindrique creux, qui, en vieillissant, se tordra sur lui-même aussi, pour se disposer en tire-bourre. Et si la trachée est composée de granules attachés en chapelets, ces granules s'allongeront en tubes et finiront par constituer une trachée creuse comme dans la figure *e* du groupe 7 de la même planche, ainsi que la figure 9; et, en définitive, nous sommes très-porté à croire que la majeure partie des utricules fusiformes ou clostres ont une semblable origine. (Voyez figure 2.) A propos de cela, souvenons-nous que l'animalcule de la figure 2 de la planche XIV, tome I^er^, nous présente un exemple d'un vaisseau cylindrique formé aussi par un ruban en spirale.

Au reste, la formation de membranes contournées sur elles-mêmes, en dehors des utricules, est loin d'être pour nous une simple hypothèse, car plusieurs fois nous sommes tombé sur des rubans enroulés en tire-bourres autour d'utricules allongées (voyez figure 16, planche XII, et figure 2, planche XIII), et les travaux des animalcules, représentés dans de nombreux dessins des planches du premier volume, nous montrent, en particulier, un exemple très-remarquable d'un cordon tourné en hélice autour d'un cylindre, dans la figure 11 de la planche XIX.

L'exemple que nous venons de citer nous conduit tout naturellement à parler d'un autre genre de vaisseau, et à donner, d'une manière plausible, la raison d'être de pareils organes : nous voulons parler des vaisseaux dits *annulaires*.

La figure 11 de la planche XIII est un de ces vaisseaux. On y voit un cylindre dont l'enveloppe montre des linéaments parallèles à son axe, et qu'en géométrie, on appellerait des génératrices de cette surface; ces fils parallèles sont attachés, de distance en distance, à des anneaux dont on voit en *a* le profil, et aussi à des bouts d'hélice qui ont un petit nombre de tours.

Cette organisation, en apparence fort compliquée, va peut-être s'expliquer sans efforts, au moyen de considérations fort simples.

En effet, l'aspect seul des anneaux, comme ceux qui sont représentés en *a*, fait présumer tout de suite qu'ils sont à un âge déjà assez avancé pour avoir subi une sorte de dessèchement qu'indique leur forme polygonale, car cette forme prouve qu'ils ont été fortement pressés contre d'autres surfaces voisines qui leur ont fait perdre leur forme arrondie. C'est la même chose, évidemment, que ce qui advient à des utricules rondes, d'abord libres et qui ensuite, à force de grandir, se touchent, se serrent et sont forcées de prendre des formes à sections polygonales et fort souvent hexagonales comme celle de ces anneaux.

Il y a plus, ces anneaux adhèrent au cylindre à génératrices rectilignes autour duquel ils sont placés, et pour qu'ils y adhèrent, il faut qu'il y ait une compression de la part de celui-ci.

Or, nous disons que ce dernier est le plus jeune des deux, car il a dû s'allonger, même après avoir contracté adhérence contre ces anneaux. Voici ce qui nous semble le prouver clairement.

S'il n'avait pas crû en longueur après ce moment, ce cylindre aurait ses lignes parallèles génératrices partout parfaitement rectilignes ; et cependant il n'en est pas ainsi ; il suffit, pour s'en convaincre, de remarquer qu'entre les anneaux et les bouts d'hélice, les génératrices sont courbes et de telle manière que la concavité en est au dehors.

Maintenant, d'où viennent les anneaux que nous avons déjà jugés plus vieux que la surface cylindrique qui leur est sous-jacente ? Or, imaginons une hélice continue et enroulée sur cette surface cylindrique, comme dans la figure 7 de la planche XIX ; si la période de croissance de ce cordon est terminée, tandis que celle du cylindre interne continue, ce dernier, d'une part, se soudera de plus en plus contre l'hélice ambiante, à mesure qu'elle augmentera en grosseur, et, de l'autre, la forcera à écarter ses circonvolutions, à mesure que la longueur du cylindre croîtra. Si cela continue un certain temps, ne peut-il pas arriver un moment où elle se rompra en divers fragments ? et alors, s'il y a des bouts assez longs pour fournir plusieurs tours, ces bouts resteront en hélice ; mais s'ils ne fournissent qu'un seul tour, ils n'auront plus que l'aspect d'un anneau. Voilà, du moins, ce que l'expérience suivie pas à pas nous a fait voir, expérience qui, d'ailleurs, est parfaitement d'accord avec la constitution du cylindre de la figure 11 de la planche XIX du premier volume, où les fils qui l'entourent sont interrompus de distance en distance ; et il en est encore de même dans les cylindres qui entourent presque tous les travaux des animalcules dans cette même figure. Mais on comprend, en outre, que la membrane interne, à force d'augmenter de volume, finira par presser assez fortement contre les organes voisins les anneaux ou les fragments d'hélice à plusieurs tours, et les y soudera.

Quand cette soudure sera complète, l'allongement ne pourra plus avoir lieu que partiellement entre les anneaux fixés, et par conséquent, les génératrices, trop grandes, s'affaisseront en se courbant vers l'axe. Or, c'est bien ainsi que sont les choses dans la figure 12 de la planche XIII.

Passons maintenant à des organes qui ont une toute autre apparence, savoir, aux vaisseaux ponctués et rayés.

La figure 19 de la planche XII donne le dessin d'un vaisseau ponctué ; et en effet, une ligne de points le parcourt d'un bout à l'autre.

On a beaucoup discuté, dans le temps, pour savoir si ces ponctuations étaient dues, soit à des perforations arrondies, soit à des granules internes appliqués ou incrustés dans ou sous la surface de l'utricule. Or, il est bon de bien indiquer ici la différence qu'il y a entre une utricule percée et une utricule contre la surface interne de laquelle sont appliqués des granules ovoïdes. Dans le premier cas, celui des figures 18 et 19 de la planche I, les parties trouées, vues au microscope, paraissent toujours plus claires que les parties pleines, et leurs contours ne sont pas cernés par une ligne foncée. Si, au contraire, il y a des granules ovoïdes attenant

à la surface interne de l'utricule, faisant office de lentille convexe, ils paraissent plus clairs à leur centre que tout le reste de l'utricule, et une teinte plus foncée que celle de cette utricule va en s'assombrissant, à mesure qu'on s'approche des bords des granules. Or, quand il s'agit de ces ponctuations bien alignées, il en est ainsi. Il pourrait donc se faire que ces ponctuations fussent dues à l'apparition de globulins logés dans l'enveloppe même, ou tout au moins juxtaposés à sa surface interne. Mais si quelque chose nous étonne, c'est que l'on ait tant discuté à ce sujet; il y avait, en effet, une manière simple de sostir d'embarras, il suffisait de chercher à voir directement, par la dissection, comment les choses se passaient à l'intérieur. C'est bien aussi ce que nous avons fait, et voici comment nous nous y sommes pris.

Avec une pointe fine, nous avons tenu, fixé contre le verre, un des bouts d'une utricule telle que celle du n° 19 de la planche XII, et de l'autre, avec un rasoir, nous avons rompu celle-ci par le milieu et éloigné doucement les deux moitiés l'une de l'autre; alors nous sommes bientôt parvenu à voir que ces deux moitiés étaient unies par un fil partant de l'intérienr de l'une et s'enfonçant dans l'autre; ce fil n'était qu'une trachée déroulée et allongée par notre effort, et, à mesure que nous la tirions davantage loin de la moitié qui était restée fixe, nous y voyions disparaître les ponctuations les unes après les autres. Nous fûmes donc ainsi forcé d'attribuer ces ponctuations à cette trachée interne, qui, jeune encore, n'avait pas ses circonvolutions tout près l'une de l'autre, de telle sorte que les points de tangence de ces circonvolutions avec la membrane interne correspondaient aux ponctuations extérieures de l'utricule 19. Pour peu qu'on soit familiarisé avec les règles de l'optique, on comprend que ce point de tangence doit paraître brillant au centre, s'obscurcir ensuite et enfin disparaître sans contour bien arrêté : or, c'est bien ainsi que vont les choses.

Maintenant, si la trachée plus vieille grandit en longueur et en grosseur, en vertu de cet accroissement, ses tours se resserreront et par suite les points de tangence; et, en raison de l'accroissement en grosseur, la compression de la trachée interne contre la surface interne de l'utricule devenant plus forte, le point de tangence s'allongera et paraîtra ovale. Il pourra bien même, plus tard, affecter la forme d'un rectangle un peu arrondi à ses extrémités, et le vaisseau tout entier prendra l'aspect d'un de ceux qu'on a appelés *rayés* ou *scalariformes*. Mais continuons : si, plus vieille encore, la trachée interne venait à disparaître, les points de tangence de la membrane seraient aussi enlevés et le vaisseau serait troué. Nous ne pensons pas qu'il soit possible de refuser cette explication si simple.

Jetez les regards sur la figure n° 8, n'y verrez-vous pas, dans l'utricule coupée par le milieu et dont les deux parties sont un peu écartées, deux petites et jeunes trachées qui touchent légèrement la surface interne de l'utricule et donnent aussi lieu à deux lignes de ponctuations ovales?

Si ces trachées étaient plus vieilles encore, si elles touchaient cette même surface, non plus sur un point, mais sur une plus grande longueur, le vaisseau aurait à l'extérieur l'aspect de celui de la figure 9; ce serait un vaisseau doublement scalariforme.

Enfin, s'il y avait trois trachées internes, comme dans les figures 10 et 10 *bis*, le vaisseau aurait trois rangs de ponctuations ou de raies, selon qu'il serait plus ou moins avancé en âge.

La figure 14 (planche II, tome I^er^) nous montre un exemple de trois trachées pareilles renfermées dans une utricule qui, comme la précédente, sortait de la tige du *Cucurbita Pepo*.

Il ne faut pas d'ailleurs confondre les espèces de déchirures, telles que celles de la figure 12, avec les fentes, dans le même sens que l'on distingue dans l'utricule n° 19. Dans la figure 12, ces déchirures, ces véritables fentes nous paraissent devoir être attribuées à une trachée placée dans une lacune voisine de l'utricule n° 12, et qui, en grandissant et augmentant en diamètre, a fini par enfoncer l'enveloppe de cette utricule.

Nous avons maintenant à appeler l'attention sur deux cas qui ont beaucoup intrigué les physiologistes et qui rentrent dans les précédents.

Le premier nous est offert par la figure 18 de la planche XII.

On a dit que les espaces clairs en losange étaient dus à des lacunes existant dans une tunique interne et qui était venue s'appliquer intimement contre la surface interne. Or, la même chose que tout-à-l'heure se passe encore ici, car deux membranes en tire-bourres, au lieu d'être parallèles, s'entrecroisent, en s'appuyant d'ailleurs à la surface de l'utricule-mère, où elles laissent ainsi des espaces clairs et de petits losanges plus foncés, là où se trouve double épaisseur.

Quelquefois, cependant, une semblable utricule prend l'aspect de celle que nous montre la figure 4 de la planche XIII, où les espaces clairs, en forme de losange, ont passé insensiblement, par de petites additions successives, à des formes plus ou moins ovalaires. De pareils cas ont été confondus par des auteurs avec celui de la figure 3, où les ponctuations ont l'aspect de globules et sont dues encore ici à cinq rangées de trachées internes dont les points de tangence produisent ces ponctuations nombreuses qu'on remarque à la surface de l'utricule. Mais, dans cette figure 3, les points ronds sont brillants au centre et obscurs à la circonférence, comme dans les ponctuations de la figure 19 de la planche XII, tandis que, dans la figure 4, ils sont également d'une teinte uniforme, mais plus claire que les autres parties de l'enveloppe de l'utricule, ce qui indique un vide qui s'est insensiblement arrondi pour quelques dépôts organiques.

Quant aux vaisseaux rayés ou scalariformes et de plus de forme prismatique, il est évident que leurs raies ont l'origine que nous avons indiquée pour les utricules arrondies, et que leur forme polyédrique est le résultat d'une forte et longue pression contre d'autres vaisseaux prismatiques voisins.

On voit donc, d'après tout ce que nous venons de développer, qu'il n'y a d'autres différences entre les vaisseaux trachéens et les vaisseaux ponctués et rayés, qu'en ce que, dans les premiers, une trachée interne double ou multiple finit par s'appliquer complètement sur

la surface interne du vaisseau, tandis que, dans les autres cas, plusieurs tire-bourres séparés viennent toucher plus ou moins cette même surface interne.

Il résulte de l'examen de ces organes, en apparence si exceptionnels et qui semblaient appartenir spécialement aux végétaux, qu'on rencontre encore leurs analogues chez les infusoires. (Tome I^er^, figures 14 et 17 de la planche II; figure 11 de la planche XIX.)

## § V.

*Suite des corps émis ou renfermés dans les utricules végétales. — Aiguilles des biforines.*

A propos de la faculté de contractions et d'extensions alternatives des cellules végétales, nous avons déjà parlé des utricules toutes particulières que Turpin a découvertes dans le tissu cellulaire de la feuille du *Caladium auritum*. Ces biforines (voyez figure 2, planche XII) renferment de nombreux cristaux allongés et pas de globulins. Cette circonstance semblerait établir, sur ce point du moins, une ligne de démarcation bien nette entre ces utricules et les animalcules d'infusion, car jamais celles-ci ne nous présentent rien de pareil. Il nous importe donc de rechercher si elle est bien réelle.

La première opinion qu'on avait eue de ces aiguilles cristallines était juste : on les avait, par analogie, considérées comme des organes végétaux, des espèces de poils, et on les avait nommées des *raphides*. Plus tard seulement, leur nature cristalline a été reconnue. Mais, plus tard encore, M. Payen a constaté, il y a peu d'années, que ces cristaux avaient, pour point d'appui, pour ossature, s'il est permis de s'exprimer ainsi, un appareil organique composé de jeunes cellules dans lesquelles se déposait un sel cristallisé qui n'est autre chose que de l'oxalate de chaux. Le fait annoncé par M. Payen a donc fait revenir à la première idée qu'on avait conçue de leur constitution végétale.

A ce propos, nous demanderons la permission de rappeler que, long-temps avant les expériences de M. Payen, nous avions aussi signalé une matière organique végétale enveloppée dans la masse cristalline de ces aiguilles, et nous allons citer textuellement ce que nous avons imprimé à ce sujet dans les Mémoires de la Société des Lettres, Sciences et Arts de Nancy (1836, pages 55 et suivantes).

*Première note.* « Les biforines découvertes, l'année dernière, dans le *Caladium auritum*, sont, comme on le sait, des organes consistant en une utricule allongée qui affecte, à peu près, la forme d'un grain d'orge, pourvue d'un orifice à chacune de ses extrémités, et renfermant des multitudes d'aiguilles cristallines qu'ils lancent par l'un ou l'autre de ces orifices (figures 1 et 2, planche XI), sous l'influence d'une faible chaleur.

» Nous étant procuré des feuilles de *Caladium auritum*, il nous a été facile d'examiner les

phénomènes decrits dans le mémoire de M. Turpin, au sujet des biforines libres et disséminées çà et là dans les espaces intra-cellulaires ; cependant, en disséquant avec soin ce tissu, nous y avons trouvé des masses de cellules dans l'intérieur desquelles on remarquait de nombreuses aiguilles semblables à celles des biforines. Le microscope nous a fait aussi apercevoir à ces cellules une ou deux bouches bien caractérisées à l'extrémité des utricules qui composaient ce tissu, et souvent aussi de véritables lanières. Quelquefois même ces utricules différaient très-peu de forme avec les biforines (figure 3).

» Ce qui nous fait penser que cette analogie méritait au moins d'être examinée, c'est que nous avions vu, à plusieurs reprises, des fils sortir de l'extrémité des utricules plus ou moins larges dont nous venons de parler. Pour mieux saisir si ces fils pouvaient sortir réellement des utricules (figures 3 et 5), nous avons rapproché notre microscope d'un poèle, et bientôt ainsi nous avons forcé les fils en question à s'étendre sensiblement en dehors des utricules qui les contenaient.

» Alors nous avons tenté l'expérience suivante.

» Nous avons mis dans de l'eau un jeune bourgeon de *Caladium auritum*, de sorte que le bout de la petite branche auquel il appartenait fût hors du liquide. Quelques jours après, nous nous sommes aperçu, avec le secours d'une forte loupe, qu'il s'était fait un petit travail organique à l'extrémité du bourgeon qui plongeait dans l'eau. Nous avons enlevé alors, avec un rasoir, l'extrémité de ce bourgeon et, avec lui, l'appendice qui s'y était développé.

» Cette petite excroissance se composait d'un tissu cellulaire à peu près continu et semblable à celui qu'on voit figure 4. Au milieu de chaque utricule, on distinguait nettement des filaments un peu tortueux, et c'était toute la différence apparente qui les distinguait des aiguilles des biforines. Dans des utricules tels que A et B, les rubans étaient cloisonnés : quelquefois aussi la constitution granuleuse de ces filaments était facile à reconnaître ; ils avaient ainsi l'apparence de petites conferves à collier.

» Nous avons été amené ainsi à penser que les biforines pouvaient bien être des utricules semblables à celles de ce tissu continu, avec cette différence, toutefois, qu'elles s'étaient développées en liberté dans les lacunes intra-cellulaires où elles avaient vécu.

» Nous en étions à ces idées, lorsqu'un peu au-dessous des utricules de la figure précédente, nous aperçûmes encore, munies de deux bouches et remplies de filaments ou aiguilles un peu moins rectilignes que dans les biforines, des utricules semblables à celles de la figure 3, dans laquelle ces aiguilles étaient perpendiculaires au grand axe, au lieu de lui être parallèles.

» Tout cela nous fit désirer d'étudier davantage le tissu du *Caladium auritum*, et, pour avoir sous nos yeux un tissu plus lâche et plus transparent que celui de la feuille, nous examinâmes celui du pétiole. Il nous fut facile d'y découvrir aussi des biforines semblables à celles de la feuille, avec cette différence cependant qu'elles avaient leurs filaments intérieurs encore parfaitement verts. Nous devons dire, en outre, que, dans aucun cas, nous n'avons pu distinguer dans les biforines la double enveloppe que Turpin a remarquée dans presque toutes.

» Cet auteur pense que le liquide mucilagineux qui remplit *probablement* la biforine, attirant l'eau qui baigne celle-ci, est la seule cause de la sortie des aiguilles, à la température de 18 ou 20 degrés.

» Quelle que soit la puissance qu'on accorde à l'endosmoze, nous nous permettrons cependant de faire observer qu'il nous paraît impossible qu'elle donne lieu, toute seule, aux mouvements divers et si prononcés que nous avons remarqués chez les biforines.

» Nous avons déjà parlé de ces espèces de trépidations que subit, sous nos yeux, la biforine de la figure 1, ainsi que de la torsion du système rubanéux des aiguilles internes. Nous en avons même vu une qui a éprouvé, sous le microscope, de violentes convulsions, et qui, après s'être élevée sur une de ses pointes, a fait plusieurs culbutes successives. Cela nous a fait penser que peut-être il y avait là une force vitale telle que, si on la neutralisait instantanément par un toxique, l'accouchement et les mouvements dont nous venons de parler seraient supprimés. En conséquence, nous nous sommes procuré des biforines dont les unes avaient encore toutes leurs aiguilles et dont les autres étaient en train de les lancer. Nous les avons traitées par la teinture d'iode, et à l'instant même, tout mouvement ainsi que les sorties d'aiguilles ont été supprimés, quoi que nous ayons pu faire, en chauffant les verres sur le marbre d'un fourneau; et cependant on ne peut pas dire que la densité du liquide ambiant ait été augmentée sensiblement, puisque la teinture d'iode, s'étant portée sur la tunique extérieure de l'utricule, le liquide ambiant avait repris son état incolore.

» Après cela, il nous a paru curieux d'examiner ce que deviendraient des fragments du même pétiole en infusion dans de l'eau. En en étudiant des lames minces, nous avons rencontré une tranche renfermant des utricules qui, sans avoir la forme des biforines, n'en contenaient pas moins (figure 5, planche XII) des aiguilles comme on en voit dans les utricules A, B et C. On y voyait encore des corps cristallins en *a* et *b*, et des globules en *c* et *d*.

» Or, ici, nous avons été témoin d'un fait qui nous a paru remarquable. Les globulins verts, comme en *c* et *d*, s'agitaient avec vitesse et finissaient très-souvent par venir s'ajouter au bout de longs filaments verts qui affectaient la forme d'une aiguille, et ne s'en détachaient plus. Ces filaments étaient, en conséquence, de diverses longueurs, et une multitude de globulins étaient occupés à les allonger de plus en plus. Ils étaient donc véritablement de petites conferves.

» D'après la similitude des aiguilles, il nous semble que les utricules en question ont de grands rapports avec les biforines, et que, puisqu'elles appartiennent au même végétal, il ne leur a manqué, pour devenir biforines, que de vivre exactement dans les mêmes conditions que ces dernières, dans les lacunes du tissu cellulaire. Seulement, leurs aiguilles, jeunes et flexibles, n'étaient pas toujours droites et affectaient des directions à peu près parallèles au petit axe. On a d'ailleurs remarqué que les utricules végétales qui contenaient ainsi des bottes de raphides étaient stériles, ou plutôt qu'elles ne contenaient que peu ou point de

globuline. Cela est facile à comprendre, puisque tout, ici, porte à croire que, dans ces utricules, la globuline se serait organisée en chapelets.

» Des tranches minces de ce pétiole, mises en infusion dans l'eau, présentèrent des phénomènes très-remarquables. Des lames de verre entre lesquelles nous avions mis des fragments de pétiole, ayant été retirées de l'eau, où elles avaient été immergées, notre premier soin fut de jeter les yeux dans l'intérieur des utricules. Là, nous vîmes facilement les granules internes en mouvement, et, de plus, de petits corps A et B (figure 6, utricule n° 2).

» En dehors des utricules, nageaient aussi des granules avec plus de vitesse que les autres; et souvent des associations deux à deux, trois à trois, quatre à quatre, etc., de globulins monadaires, étaient douées de mouvements oscillatoires très-marqués. Les corps de formes cristallines, tels que A et B, y avaient, pendant l'infusion, des mouvements plus prononcés qu'avant. Il n'était pas rare de les voir se donner tout-à-coup une petite secousse et changer de direction. Était-ce à des chocs d'infusoires ambiants qui s'étaient développés dans cette infusion, qu'était due cette secousse? ou bien était-elle propre au corps A et B? Pour éclaircir ce doute, nous avons pris des tranches fraîches du même pétiole, qui n'avaient pas même été plongées dans l'eau, et, dans les corps renfermés au sein même des utricules, nous avons reconnu, à de nombreuses reprises, des mouvements, à la vérité, peu marqués. Les plus petits corps, de forme naviculaire, montrent les mouvements les plus sensibles. Il y a même une circonstance qui indique ceux qu'il faut de préférence suivre de l'œil. En effet, ces corpuscules, auxquels nous ne saurions refuser un mouvement propre, ne restent guère couchés à plat; ils se présenent de champ à l'observateur, comme un poisson qui nage, et paraissent ainsi plus opaques qu'à plat. Cependant les formes rectilignes de ces corps semblaient indiquer des cristaux et se rapportaient exactement aux dessins que Raspail a donnés de ceux qu'on rencontre dans l'iris de Florence et qu'il a prouvé être dus à de l'oxalate de chaux. Ce qu'il y a de sûr, c'est que les corps cristallins du *Caladium auritum* se dissolvent aussi dans l'acide hydrochlorique, comme ceux d'oxalate de chaux.

» Cette circonstance extraordinaire de cristaux capables de mouvements nous fit désirer d'examiner, d'une manière toute spéciale, les corps cristallins, tels que ces raphides des biforines, celles des autres cellules de l'*Auritum*, celles encore du bananier, de la vigne vierge, etc.

» Cet examen fait le sujet de la seconde note qui suit. »

*Seconde note.* « On sait qu'on avait regardé les raphides comme des corps organiques, jusqu'au moment où Raspail, traitant ces corps par l'acide hydrochlorique, parvint à les dissoudre, et s'est cru ainsi fondé à annoncer que ces corps étaient tout simplement des cristaux d'oxalate de chaux.

» Sans pouvoir nier qu'il en fût ainsi pour ceux dont nons nous occupons ici, il y avait là une circonstance qui devait cependant faire soupçonner qu'outre l'oxalate de chaux, il devait

entrer dans ces raphides un autre élément qui exerçait sur les cristaux une influence assez grande pour leur donner une forme tout inaccoutumée, cette forme en aiguilles quelquefois très-longues et qu'en chimie on ne saurait faire affecter à une dissolution d'oxalate de chaux qu'on précipite. C'est pour cette raison encore, indépendamment des autres observations que nous avions faites plus haut, que nous soupçonnâmes qu'une substance organique pouvait s'y trouver engagée, et, en suivant attentivement, sous le microscope, l'action lente de l'acide hydrochlorique étendu de trois ou quatre fois son volume d'eau, voici ce que nous reconnûmes.

» Nous avons commencé par les plus grandes aiguilles, celles du bananier et du *Narcissus tazetta*. Placées entre deux verres, elles ne tardèrent pas à se courber comme des fils, et, à la fin de l'opération, il y avait toujours un filament d'une ténuité excessive et plusieurs fois contourné sur lui-même : souvent ce filament était beaucoup plus long que l'aiguille qui le renfermait, et nous étions d'abord fort embarrassé pour pouvoir nous rendre compte de cette circonstance, quand, plus habitué à ce genre d'observations, nous avons pu distinguer des hélices bien marqués dans ces filaments ; c'étaient de petits tire-bourres que leur force de ressort avait fait s'étendre. Il y a des cas heureux qui permettent de les apercevoir d'une manière beaucoup plus nette que dans tous les autres. Ainsi, par exemple, quand l'acide hydrochlorique attaque par hasard une aiguille plus fortement à son milieu qu'à ses deux extrémités, il met à nu les tire-bourres de cette partie, et ceux-ci, dont le ressort est contenu par le poids des deux extrémités encore cristallines, ne peuvent se débander et restent plus visibles. C'est alors qu'apparaît une trachée extrêmement petite et bien conformée.

» Les raphides des biforines proprement dites du *Caladium auritum* nous ont donné les mêmes résultats. Nous avons donc été amené tout naturellement à conclure que ces corps ont pour noyau une trachée sur laquelle se dépose de l'oxalate de chaux, et, du reste, les corps cristallins tels que A et B, figure 6, nous ont encore laissé pour résidu un fil en hélice, quand nous les avons traités de la même manière ; mais les fils abandonnés par les aiguilles ordinaires des biforines étaient si ténus, qu'il nous a été impossible de discerner s'ils étaient tournés en tire-bourres comme les précédents. »

Nous avons donc trouvé le premier, d'après la date de notre note dans les Mémoires de la Société des Lettres, Sciences et Arts de Nancy, que les raphides contenaient une matière organisée sous la forme d'une conferve, tandis qu'un peu plus tard M. Payen a annoncé avoir trouvé que ce noyau est composé de petites cellules associées en chapelets et dans l'intérieur desquelles serait déposé l'oxalate ; et, en définitive, ces deux choses peuvent être vraies à la fois ; seulement nos propres observations ne nous ont point fait découvrir ces cellules.

Nous terminons cet article en appelant l'attention sur les belles et grandes utricules du cambium de la vigne vierge qui sont représentées dans les figures 6, 7, 8, 9, 10 et 11 de la planche X, et parmi lesquelles on en voit munies d'une bouche, d'autres qui en laissent

seulement distinguer une un peu avant la sortie des aiguilles, et enfin d'autres qui se laissent percer par ces organes au moment où ils sont lancés au dehors. On y provoque la sortie des aiguilles par la chaleur, comme pour les biforines.

## § V.

*Suite des corps émis par les utricules végétales. — Corps qui, après l'accouchement, restent attachés à l'utricule-mère.*

Nous avons bien reconnu que les accouchements des utricules végétales subissaient de fort grandes modifications, selon leur état plus ou moins avancé, et suivant les milieux dans lesquels elles avaient vécu jusque-là ; mais, quant aux corps émis, sauf les rubans organiques dont nous avons donné de nombreux exemples et dont un bout reste ordinairement engagé dans l'utricule génératrice, nous n'avons considéré que ceux qui, comme les granules de la fovilla, sont séparés de cette utricule après leur sortie. Or, il arrive fréquemment que ces corps émis restent attachés à la mère, et il est curieux d'étudier comment alors les choses se passent.

Nous avons eu occasion, chez les animalcules des infusions, dans le premier volume, de signaler des cas de ce genre, et c'est ce que l'on a constaté dans les figures 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8 de la figure X de ce volume. Or, dans les utricules végétales, la force vitale étant moins grande, et les corps émis étant lancés moins loin et plus serrés presque toujours les uns contre les autres, on comprend d'avance que des cas pareils doivent se rencontrer plus fréquemment.

Jetons, par exemple, les yeux sur la figure 16 de la planche VI, et l'utricule qui y est dessinée nous montrera, de chaque côté de sa bouche ouverte, deux corps ou appendices qui s'y sont soudés intimement. Or, nous avons lieu de regarder ces corps comme émis, sinon par accouchement proprement dit, au moins comme des sortes de bourgeons sortis du corps même de cette utricule empruntée au parenchyme d'une baie de tomate.

Dans la planche VIII, de pareils exemples se retrouvent. C'est, en effet, ce qu'on voit aussi dans la figure 18. Seulement ici les trois gros corps émis d'une utricule de la même baie de tomate ont une ressemblance bien plus frappante avec les utricules émises dans la planche X du premier volume : l'un de ces trois corps est muni d'un sphincter à son extrémité *a*, l'autre présente un petit orifice en *b*.

Au surplus, cette forme utriculaire devient encore plus incontestable dans les figures 6, 7, 8, 10, 12, 14, 15, 19 et 22 de la même planche ; car, dans ces figures, les corps qui sont attachés à la surface des utricules-mères sont identiquement de la même nature que ceux qui sont encore renfermés dans les enveloppes de ces dernières.

Or, ces corps émis étant bien fixés à celui qui les a engendrés, et placés dans de bonnes

conditions de végétation, ils n'en doivent pas rester là, non plus que leur mère, et sont disposés, pour peu que les circonstances extérieures soient favorables, à se comporter comme les autres utricules végétales, c'est-à-dire qu'il doit en sortir des corps plus ou moins arrondis et munis ou non d'un appareil caudal, des fils très-fins, des tire-bourres et des lanières semblables à celles que nous avons décrites ; et même on pourra accélérer, augmenter ces effets artificiellement. Si, par exemple, une baie de pomme de terre, ou mieux des fragments du parenchyme de cette baie sont placés dans de l'eau pure et mieux dans de l'eau animalisée par du purin, les développements probables seront plus remarquables encore. Cependant la baie est quelquefois tellement pénétrée d'humidité, surtout après les pluies d'automne, que les effets que nous allons décrire s'y manifestent spontanément et sans être excités par aucune préparation artificielle.

Nous trouvons tous les faits que nous venons d'annoncer présentés, avec un grand développement, dans les planches XXI, XXII, XXIII et XXIV.

Commençons par la planche XXI.

On y voit, du premier coup d'œil (figure 1), une très-grosse utricule A de la baie du *Solanum tuberosum*, ovule qui n'est pas parvenu à l'état de graine.

La structure cellulaire de l'enveloppe y est singulièrement développée et indiquée de la manière la plus nette.

A la partie inférieure, on remarque des corps tels que ceux qui sont désignés par les lettres *o* et *a'* et qui ont la forme d'une griffe : ce sont des expansions de séries d'utricules soudées bout-à-bout. On voit celle qui est en *a* s'implanter sur une utricule proéminente de l'enveloppe totale.

A cette même enveloppe, en *b* et *b'*, sont attachés des espèces de bourgeons à enveloppes cellulaires et qui nous semblent n'être autre chose que des corps émis ; ils sont restés implantés par leur base sur la mère ; ce qui nous le fait croire, c'est que, de distance en distance, on aperçoit deux corps semblables, plus petits, moins développés et qui ont une analogie frappante avec les corps émis des figures 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8 de la planche X du premier volume. Ces corps, plus petits que les bourgeons *b*, *b'*, *b''*, sont indiqués par les lettres *c*, *c'*, *c''*, *c'''*, $c^{iv}$. Dans les figures *d*, *d'*, le corps est quasi détaché de la mère et muni d'une queue ; dans la dernière de ces deux figures, le corps émis est attaché par la pointe.

Quant au bourgeon *b'*, il est déjà sensiblement plus avancé que celui que désigne la lettre *b*. On y voit, en effet, à sa surface, comme deux naissances de bourgeons, et sa forme plus pointue semblerait dire qu'il a déjà plus végété que celui qui est en *b*.

Or, ce soupçon nous paraît déjà vérifié par le bourgeon *e;* car, dans celui-ci, l'allongement est plus sensible encore et déjà sortent de son extrémité des expansions sous la forme de trois doigts analogues aux expansions cellulaires *a* et *a'*.

Ce même soupçon se vérifie bien mieux encore en *q'fm* et en *qngk;* en effet, non-

seulement nous y voyons, à l'extrémité ouverte du premier de ces appendices, des expansions cellulaires, comme au précédent, mais de plus une riche et nombreuse émission de corps qui correspondent parfaitement à ceux que nous avons reconnus comme sortant fréquemment des corps des animalcules d'infusion. (Voyez premier volume, figures 9 et 10 de la planche II; figures 3, 6, 7 et 14 de la planche VIII, et figures 3, 4, 5, 6, 7, 8 et 9 de la planche IX.) Il en est de même pour le second.

N'y remarque-t-on pas, en effet, des globulins de tailles diverses, des chapelets et des tire-bourres? N'y voit-on pas des filaments extrêmement fins, surmontés ou non de petits boutons et même de corps vorticellaires, comme en *h, i, l, m,* des tire-bourres, et enfin des lanières et une multitude de granules libres ou unis en chapelets, comme nous l'avons déjà dit bien des fois?

C'est ici encore le lieu de comparer ces filaments, ces tire-bourres, ces rubans confervoïdes et ces granules émis à ceux qu'on rencontre, à la vérité souvent, dans les autres tissus végétaux, mais sans indication suffisante de leur origine, qui, cependant, n'est pas douteuse; ils sont les résultats d'accouchements de certaines utricules (comme dans la figure 1, planche IX).

Au surplus, les expansions les plus considérables de la grosse utricule A (planche XXI) semblaient, par analogie, devoir naturellement se rencontrer vers ses deux extrémités et surtout en *q* et *q'*, là précisément où les accouchements des utricules végétales et ceux des infusoires ont lieu le plus souvent.

L'aspect et l'étude de cette première utricule si remarquable nous ont fait éprouver des sensations singulières d'étonnement et de curiosité, car elle semblait nous révéler l'origine d'un grand nombre de développements d'organes dans toute l'échelle animée.

Nous avons été long-temps sans comprendre ni l'origine, ni la structure de l'appareil *qng* qui, dès sa sortie de la grande utricule A (planche XXI) accompagne les corps nombreux jaillissant de celle-ci. Cependant, nous en avons découvert encore d'autres exemples qui, mieux déterminés, nous ont permis de comprendre leur raison d'être.

En effet, si l'on se reporte à la figure 14 de la planche VII, on se souviendra qne nous avons appelé déjà l'attention sur l'espèce de gaine ou de stipule au milieu de laquelle sont des filaments en tire-bourres, issus de l'utricule-mère, qui était aussi un des ovules d'une baie de *Solanum tuberosum*.

Si maintenant on regarde l'utricule B (figure 2) de la planche XXI, on y reconnaîtra, en C, un bout de bourgeon se terminant par un large ruban de tissu cellulaire qui s'en va en s'amincissant jusqu'à son extrémité et contourné plusieurs fois sur lui-même. Or, ce large ruban ne diffère du précédent que par de moindres dimensions, mais il n'affecte pas encore toute l'organisation qu'il est susceptible de prendre dans certains cas. Ainsi, par exemple, de l'utricule dont ici on n'a seulement représenté qu'un fragment, on voit (figure 3) sortir un ruban bordé de cordelettes et dont la structure nous rappelle ses analogues que nous avons trouvés

jusqu'ici, soit dans des infusoires, soit dans des utricules végétales. Or, dans sa longueur, et surtout vers son extrémité, ce ruban se tuile, et contre sa paroi interne, s'étendent des tire-bourres et autres corps, comme dans l'appareil caudal de la figure 14 de la planche VII et de la même manière que dans l'appareil *qng* de la figure 1 de la planche XXI. La figure 4 de la même planche nous montre, à la partie supérieure d'une autre utricule (dont pour ménager l'espace on n'a indiqué que le sommet), un tronçon de bourgeon d'où s'échappent encore de nombreux tire-bourres, des corpuscules ovoïdes, des filaments plus ou moins fins, des lanières et, en outre, une très-belle cloche *b''*, penchée au sommet de sa tige.

Dans la figure 5, d'un pareil fragment d'utricule D, sortent une multitude de corps semblables aux précédents et mis complètement à nu par l'arrachement du bourgeon *b*, arrachement que nous avons opéré en frottant les deux plaques de verre du porte-objet l'une contre l'autre. Ce bourgeon s'est ainsi trouvé retourné, car la base *bc* était primitivement appliquée en *b'* et *b''*.

Ce sont encore les même choses qui se passent sur l'utricule A de la figure 1 de la planche XXII, aux points *a*, *b* et *c*. Les corps sortis de cette utricule ont d'abord la forme de bras, dont deux ont des coudes bien marqués en *d* et *e*, et des extrémités de ces mêmes bras s'étendent les mêmes corps que ceux que nous venons de signaler dans les cas précédents, mais bien plus développés.

Quant à l'exemple fourni par la figure de la planche XXIII, il est encore plus curieux que celui que nous venons d'examiner ; il se compose de trois utricules A, B, C d'un fragment de baie de *Solanum T.* préparé, comme les précédents, entre deux verres et mis en digestion dans l'eau pendant quelque temps.

Or, des bourgeons tels que celui qui est indiqué en *b'* (utricule A de la planche XXI), tels que le bourgeon E (figure 5 de la même planche), que le bourgeon *bc* (figure 3), tels enfin que ceux qu'on voit en *a*, *b*, *c*, *d* et *e* de la planche XXIII, sont d'abord sortis des utricules auxquelles ils appartenaient. Pareils phénomènes se sont encore manifestés en *g*, *f*, *h*, *k et l* ; mais ici les choses ont été plus loin, car ces derniers se sont allongés : celui de *d* a fourni un véritable bras avec son coude en *i* et en *a* ; de l'extrémité de l'avant-bras ont été émis des corps en tout pareils à ceux que nous avons reconnus tant de fois. Il n'en a pas été de même pour les quatre bourgeons qui avaient apparu en *k*, en *l*, en *g* et en *h* ; car les bourgeons *e* et *h* se sont, en grandissant, rapprochés, comme étant attirés l'un vers l'autre ; puis, enfin, ils se sont unis et soudés complètement, et la même union intime a eu lieu pour les bourgeons *f* et *g*.

Pour nous, ce sont encore ici des accouplements qui se sont opérés entre les deux utricules B et C ; et ce qui nous confirme dans cette opinion, c'est que de nombreux filaments, partis de l'utricule B et de l'utricule D, sont venus s'implanter sur le tissu cellulaire de l'utricule opposée, comme dans d'autres exemples déjà cités plusieurs fois.

On voit encore, de l'utricule A, sortir de larges lanières *m* et *n* et la grosse cloche *p*.

Les bourgeons, que nous venons de voir s'allonger pour former des bras, n'atteignent pas toujours à de telles proportions. Ainsi, dans l'utricule A de la planche XXI, les deux bourgeons *q'f* et *ef'* se sont arrêtés dans leur croissance ; le dernier s'est terminé par des appendices en forme de doigts, tandis que, du premier, sont sortis en *f* des corps semblables à ceux qu'émettent les infusoires, les grains de pollen et d'autres utricules végétales. D'autres bourgeons n'ont encore rien émis, tels que ceux qui sont désignés par les lettres *b*, *b'*, *b''*, *e*, *e*, *e'*, *e''*, *e'''*, $e^{iv}$, $e^{v}$, etc. Mais, dans certains cas, ils émettent seulement des espèces de conferves à colliers et formant des doigts beaucoup plus allongés que ceux de l'utricule *ef'*. La figure 7 en donne un exemple ; mais la figure 2 de la planche XXII nous en offre un cas encore plus développé.

La figure 3 nous montre aussi deux commencements de bras semblables à ceux de l'utricule A (planche XXI). Chacun d'eux est terminé en patte à plusieurs doigts.

Dans le grand bras *ahe* (planche XXII), il y a lieu de remarquer la blessure en *h* que nous y avons faite sans le vouloir et qui a enlevé l'épiderme. Cette circonstance fortuite nous a permis de discerner, dans son intérieur, les mêmes organes que ceux qui s'en échappent à son extrémité avec une profusion surprenante.

Nous devons signaler les deux belles cloches *m*, *n*, avec leur pédoncule, dont la première, en *o*, est munie d'une stipule bien caractérisée. Les cloches *p* et *q*, qui étaient isolées du système total de l'utricule A et de ses bras, en provenaient cependant, selon toute apparence, et en avaient été détachées involontairement dans la préparation de l'expérience. Il en est de même (planche XXII) de la patte *t*, et de l'utricule en tire-bourre *x* terminé par une queue. Cette utricule est tout simplement un jeune grain d'amidon ; ce dont il nous a été très-facile de nous assurer, en le traitant par la teinture d'iode, ainsi que l'utricule 8 de la planche XXI et un grand nombre d'autres du même genre, qu'avec un peu d'habitude on parvient, du reste, à reconnaître à la simple vue.

Il est indispensable aussi que le lecteur sache bien que les utricules que nous avons examinées avaient été mises en macération dans de l'eau, entre deux lames de verre, pendant une nuit. Peut-être, et même très-probablement, cette circonstance avait aidé l'accroissement de leurs longs bras ; mais, certainement, ces organes n'étaient pas nés et développés ainsi en aussi peu de temps ; il fallait que ce travail fût déjà tout préparé dans l'intérieur même de ces utricules-mères, recueillies vers le milieu de l'automne. On comprendra sans peine que nous n'avons pas la prétention de promettre au lecteur que, du premier coup, il tombera sur des cas aussi curieux ; toutefois, nous sommes convaincu que si, dans la même saison et par une température humide, il persévère, pendant quelque temps, dans ses investigations sur de pareilles baies, il ne tardera pas à y découvrir des exemples analogues et qui porteront la conviction dans son esprit.

Quand on réfléchit sérieusement sur les appareils tels que ceux qui sortent des utricules

des planches XXI, XXII et XXIII, et notamment sur la conformation des bras plus ou moins allongés qu'elles se construisent, on est tenté de croire qu'il se passe quelque chose de comparable à la formation des membres dans l'organisation animale. Ainsi, par exemple, dans les bras *q'* et *f'* de la figure 1 de la planche XXI, et dans ceux de la figure 3 de la planche XXII, en les voyant terminés comme par des doigts, ne croirait-on pas assister aux premiers développements d'un jeune animal? Et ces coudes, si nettement marqués aux bras *ohefi* et *d* de l'utricule A de la même planche XXII (utricule que nous sommes fort tenté d'appeler un polype), et aussi aux bras *i*, *e*, *k* et *g* de la planche XXIII, ne nous offrent-ils pas aussi des rapprochements à faire entre eux et l'organisation animale? Aussi ces expansions, issues de l'utricule-mère, ont-elles une singulière analogie avec les muscles, les trachées, avec les vaisseaux et les filaments globuleux très-fins des nerfs? Enfin, pour que tout cela fût complet et suffisamment solide, il ne faudrait plus que des parties de ces systèmes fussent incrustées d'un sel résistant, comme cela se voit d'ailleurs, en quantité plus ou moins considérable, dans les végétaux, au moyen des carbonates, des oxalates, etc., et notamment dans les graminées, avec le secours des silicates.

En résumé, les circonstances curieuses que nous avons fait passer en revue ici peuvent se classer de la manière suivante :

1° L'utricule ovulaire émet ses corps internes par un orifice ouvert à la surface de son enveloppe, et alors les corps expulsés sont pêle-mêle, comme ceux des infusoires ou des grains des anthères. Dans ce cas, ils sont soutenus, ou non, à leur sortie, par une sorte de gaîne en forme de stipule. Quelquefois, ces corps se réduisent à un simple ruban tourné sur lui-même. (Voyez figure 2, en *cb* et l'utricule B en *b* de la planche XXI; figure 1 en *a'* et figure 7 de la planche XXII; utricule A en *g* et en *m* de la planche XXIII.)

2° A la surface utriculaire apparaissent des bourgeons en forme de cloches, comme celles que nous avons vues chez les infusoires et chez des utricules végétales; mais ici se présentent deux cas bien distincts : ou bien la cloche sort, sa pointe en avant, ou bien c'est le contraire. Le premier cas se manifeste à la figure 1, en *b*, *b'*, *b''*, *b'''*, etc., de la planche XXI, à l'utricule B aux points *a*, *b* et *e* et à l'utricule C aux points *d* et *f'* de la planche XXIII. Dans ce cas, l'espèce de bourgeon qui en résulte est pointu et a la forme d'un bourgeon à feuilles.

Le second cas se montre sur le bourgeon *d*, sur l'utricule A; aux points *e*, *e'*, *e''*, etc., et sur l'utricule D, aux points *a*, *d* et *f* de la planche XXI; il en est de même aux points 1 et 2 de la planche XXII. Ces cas sont très-nombreux à la surface de l'utricule A, en *l* et en *m*, sur l'utricule C de la planche XXIII.

Au surplus, ces deux effets se manifestent de la manière la plus nette aux points 1 et 2 de la planche XXIV, où sont dessinés les corps qui sont sortis d'une pomme de terre trempée dans de l'eau pendant un jour ou deux. Dans la figure 1, le bourgeon a sa base attachée au corps du tubercule, tandis que c'est la pointe qui y est attachée au point 2.

3° De ces bourgeons qui s'allongent sortent les corps internes ; mais ils s'étendent souvent aussi considérablement sous forme de bras. C'est ce que nous avons fait voir dans les planches XXI, XXII et XXIII et aussi dans la planche XXIV.

Ainsi (planche XXII, en *a*, *a'* et *d*), on voit un bourgeon *d* d'où sort le panache des corps internes ; en *s*, un large ruban tourné sur lui-même constitue la stipule protectrice des corps internes, et si cette même lanière ou plusieurs lanières sont contournées un certain nombre de fois sur elles-mêmes, elles forment un corps cylindrique qui prolonge le bras.

Nous espérons qu'en définitive, si nous présentons, dans ce chapitre, une série de faits qui nous paraissent nouveaux, on ne nous fera pas l'honneur de nous croire une imagination assez riche pour les avoir inventés. Bien des faits, qui ont d'abord paru presque chimériques dans notre premier volume, sont déjà constatés en des lieux différents. Nous nous contenterons encore cette fois de déclarer avoir vu tous les faits organographiques et physiologiques que nous avançons ; et, s'ils sont vrais, ce n'est qu'une affaire de temps pour qu'ils soient reconnus tels dans le monde savant : nous avons de la patience, et nous attendrons.

# CHAPITRE VI.

## CONSIDERATIONS RÉTROSPECTIVES SUR CE QUI PRÉCÈDE.

Avant d'aller plus loin, nous pensons qu'il est convenable de résumer les nombreux rapports que nous avons reconnus entre les infusoires et les utricules végétales.

Or, en premier lieu, nous ont apparu des utricules qui, comme certains animalcules d'infusion, avaient une double enveloppe ; l'extérieur présentant un profil polygonal à huit pans, comme aussi chez ces animalcules, quand ils sont peu turgides.

Immédiatement après, nous avons fait voir des cellules munies d'une bouche, puis d'autres à deux orifices, l'un antérieur, l'autre postérieur. Du reste, comme chez leurs analogues du règne animal, ces orifices peuvent être nettement marqués, très-peu marqués ou disparaître tout-à-fait.

Il y a d'autres utricules divisées en deux par une ligne parallèle à leur grand axe, et, sur cette ligne ou tout près d'elle, on distingue un orifice comparable à celui que nous avons nommé orifice expiratoire chez les animalcules.

Souvent ces utricules sont garnies de cils et, dans des cas exceptionnels, nous avons déjà reconnu aux enveloppes de ces utricules une constitution cellulaire.

Mais bientôt se sont offertes à nos regards de nombreuses utricules végétales de forme parfaitement semblables à celles des vorticelles : les unes privées d'appareil caudal, les autres en étant pourvues ; et, d'ailleurs, ces appareils avaient une structure identiquement la même que celle des polypes d'eau douce.

Il y a plus : dans l'intérieur même de baies de *Solanum tuberosum,* nous avons pu distinguer de véritables vorticelles animées qui se jouaient dans les liquides séveux, au milieu desquels elles s'étaient développées après une saison pluvieuse.

Certaines utricules végétales manifestent d'une manière incontestable la faculté de s'accoupler comme les infusoires ; et le passage des globulins d'une cellule dans une autre a été aussi signalé par nous. Plusieurs auteurs avaient vu déjà la même chose dans les cases des conferves conjuguées.

Les stomates sont un exemple frappant de l'union de deux utricules, et ces organes, qui semblaient particuliers aux végétaux, ont encore leurs analogues chez les infusoires.

La disposition des cellules accouplées bout-à-bout et en rangées confervoïdes nous a été démontrée, comme pour les animalcules, par diverses expériences.

La possibilité, dont jouissent des cellules éloignées les unes des autres, de communiquer entre elles, est établie par ces longues lanières qui sortent des unes pour aller s'insérer dans d'autres par les perforations que ces dernières présentent. C'est une fécondation pareille à celle des infusoires quand ces derniers restent long-temps unis entre eux par de pareils filaments.

Attendu que tout porte à croire que les enveloppes des cellules sont elles-mêmes composées d'un tissu cellulaire qu'on distingue en particulier très-facilement dans le pétiole des feuilles du bananier, il y a lieu de penser aussi que, comme aux enveloppes des infusoires, une circulation, de cellule en cellule, porte les sucs nourriciers d'une extrémité à l'autre du système.

Dans l'expulsion de la fovilla, la force de systole et de diastole est saisissable chez les grains d'anthère et dans les biforines, comme dans les infusoires, mais à un moindre degré.

Dans l'intérieur des utricules, les grains de globulines sont doués, comme ceux des animalcules des eaux, de la faculté de s'assembler, de s'accoupler. On en voit qui sont réunis sur la ligne médiane d'utricules divisées encore par une cloison, comme pour leurs analogues animés des eaux.

La fécondation d'une cellule végétale peut s'observer, comme chez ces derniers, jusqu'à la troisième génération.

Les cellules végétales sont douées aussi d'une force propre et capable d'expulser leurs corps internes. Ces corps lancés en dehors peuvent se composer :

De grains ovoïdes quelquefois mouvants ; de granules assemblés deux à deux, trois à trois, quatre à quatre, etc., en chapelets ; de bandelettes plus ou moins contournées en hélice ; de petites vorticelles munies ou non de leur appareil caudal ; de séries de cellules associées en conferves, et enfin de trachées nombreuses à spires plus ou moins serrées.

En définitive, nous avons mentionné des facultés de déplacement plus ou moins marquées de tous les globulins végétaux et même, dans des cas fort exceptionnels, des organes confervoïdes émis par les utricules végétales.

Un autre signe de vitalité chez les organes en forme de lanière, c'est que leur extrémité est munie d'un orifice par lequel, à un moment donné, sort comme une fovilla des anthères.

Nous avons insisté à dessein sur la similitude parfaite entre ces rubans et ceux qu'émettent les infusoires ; en outre, on a vu que les utricules émettaient des conferves rondes articulées et que les vaisseaux annulaires avaient leurs analogues dans les travaux des animalcules.

L'examen des utricules dont se compose la truffe nous a fourni des rapprochements frappants entre eux et les animalcules issus de leur infusion dans de l'eau pure.

Nous avons constaté les mouvements volontaires des globulins verts répandus, au printemps, dans les sucs séveux des végétaux.

Nous avons pu remarquer que les rubans confervoïdes, renfermés dans les cellules, y étaient disposés comme leurs analogues dans le ventre des animalcules; et, par cette étude, nous sommes arrivé à nous rendre compte clairement de l'origine des vaisseaux ponctués, rayés et scalariformes, et à faire voir les rapports immédiats qui existent entre eux et certains infusoires.

Il y a toutefois encore des corps signalés comme tout particuliers à l'organisation végétale et qui cependant, tout bien considéré, n'ont rien qui les empêche d'être parfaitement comparables à d'autres corps trouvés dans les infusions végétales. Ce sont ces corps cristallins qui affectent des formes diverses ; aiguilles cristallines allongées dans les biforines et les iris, etc.; corps quadrangulaires terminés en pyramides dans les cellules du pétiole du bananier, etc. Tout cela se retrouve chez les vieux animalcules qui ont perdu leur faculté de locomotion, ainsi que nous l'avons vu dans le premier volume.

Il en est de même des dépôts salins à l'extérieur de ces deux catégories de corps organisés, végétaux ou animaux.

Enfin, de l'examen de ceux des ovules que renferment des baies du *Solanum tuberosum,* mais qui ne sont pas arrivés à l'état de graine, nous avons reconnu que les corps qu'ils émettent, demeurant attachés à l'utricule-mère, y donnent naissance à des expansions remarquables par leur singularité et par les unions qu'elles forment entre elles.

Ainsi donc, à chaque pas nouveau que nous avons fait dans la comparaison des utricules végétales et des infusoires, nous avons reconnu des rapports intimes. Ces similitudes fréquentes ne se trouvent pas toujours sous la main, nous en convenons, et il faut des observations nombreuses et persévérantes pour les découvrir; mais enfin, avec une ferme volonté, on finit par tomber sur des cas heureux et l'on constate, à chaque fois, un fait plus ou moins curieux et important. Il est facile de concevoir qu'il faut toujours chercher ces cas heureux chez les utricules végétales les plus animalisées, c'est-à-dire sur celles qui sont nées et qui ont vécu en croissant dans des conditions les plus favorables de température, de nutrition et de liberté; car, quant à celles qui, dès leur apparition, ont, comme l'immense majorité des cellules végétales, été comprimées les unes contre les autres et n'ont pas toujours reçu, à beaucoup près, une nourriture aussi animalisée que les précédentes, il est évident qu'elles sont souvent restées à l'état d'avorton et sans pouvoir atteindre à tous les développements d'une organisation normale.

Or, à présent toutes ces similitudes entre les infusoires et les utricules végétales ne sont plus pour nous l'objet d'un doute ; c'est peut-être le moment le plus opportun de revenir sur la question de la nutrition des cellules végétales que nous n'avons fait qu'effleurer.

## CHAPITRE VII.

### DE LA NUTRITION DE LA CELLULE VÉGÉTALE.

Les infusoires sont doués d'une double force d'aspiration et d'expiration, au moyen de laquelle ils absorbent les substances répandues dans les liquides et rejettent celles qui ne sauraient convenir à leur organisme ; de là, chez eux, résultent la nutrition et l'excrétion. Nous croyons l'avoir prouvé d'une manière satisfaisante dans notre premier volume.

Or, cette force d'aspiration, au moyen de laquelle ont été attirés, dans l'intérieur des polypes, et rejetés en partie, les grains de noir de fumée, en suspension dans de l'encre de la Chine délayée dans de l'eau, n'est sensible que sur les animalcules qui sont assez vivaces pour se mouvoir librement dans le liquide d'infusion ; mais, à mesure que décroît chez eux la force locomotrice, on voit aussi devenir de moins en moins sensibles ces mouvements saccadés d'aspiration et d'expiration, ou, autrement dits, de systole et de diastole ; quand, enfin, on n'a plus affaire qu'à des corps qui semblent immobiles, ces mouvements cessent d'être perceptibles et la vitalité ne se manifeste plus que par une vie purement végétale. Toutefois, l'accroissement continue à avoir lieu, quoique plus lentement ; accroissement qui ne saurait se produire sans nutrition, laquelle elle-même ne peut être aussi, par analogie directe, que le résultat d'une force de systole et de diastole moindre, à la vérité, que chez les animalcules doués de locomotion et qui échappe à l'œil de l'observateur.

Cela posé, peut-on, dans les tissus végétaux ordinaires, qui, du reste, ont une apparence identique avec des associations d'infusoires, s'attendre à voir des mouvements spasmodiques d'aspiration et d'exhalation? Évidemment, ce serait plus exiger de la cellule végétale la moins animalisée que des infusoires proprement dits, mais que des circonstances défavorables de nutrition et de température ont privés de la faculté de se mouvoir sensiblement. Tout ce qu'il y a lieu d'espérer, c'est que, dans quelques cas tout exceptionnels et privilégiés et dans les fonctions les plus importantes de leur vie, les cellules végétales donnent, pendant quelques instants, des mouvements comparables à cet acte de respiration et d'expiration des animalcules des eaux. Maintenant, quelle est la fonction qui domine toutes les autres dans les êtres organisés ? Assurément, c'est la reproduction de l'individu et, par conséquent, c'est là qu'on devait espérer de trouver des signes de systole et de diastole.

Or, les grains d'anthère ne sont-ils pas les plus animalisés de la vie végétale? L'émission de leur fovilla n'est-elle pas l'acte majeur de leur vie? Ils devaient donc remplir les conditions que nous venons d'énoncer; et aussi on se rappelle combien de fois nous avons remarqué, au moment de leur accouchement, ces mêmes mouvements spasmodiques chez ces utricules; sans les repasser ici en revue, nous nous contenterons de mentionner encore une fois le grain des anthères du *Fritillaria imperialis*, qui, à chaque contraction qui lançait au dehors ses corps internes, manifestait un mouvement de recul bien prononcé. Nous avons pu distinguer de pareils mouvements chez les biforines, au moment de l'expulsion des aiguilles; mais, en définitive, pour nous, ce cas rentre dans celui des grains d'anthère; car, d'une part, les biforines sont aussi des utricules privilégiées, en tant qu'elles vivent en liberté dans les lacunes des tissus du *Caladium*, et, de l'autre, leurs raphides ne sont à nos yeux que leurs organes internes protégés par un dépôt d'oxalate de chaux. Le moment où elles s'en débarrassent est donc aussi celui de leur accouchement.

Nous avons omis, en outre, jusqu'ici de dire que nous avions aussi déterminé par la chaleur l'émission des raphides renfermées dans les utricules du tissu de la feuille du lis blanc et du *Fritillaria*; mais nous n'avons pas remarqué que cette sortie fût accompagnée d'aucun mouvement saccadé (figures 6, 7, 8 et 9 de la planche X, et figure 1 de la planche XV).

Nous devons ajouter à ce qui précède une remarque que nous ont fournie des grains d'anthères de primevère que nous avions abandonnés à eux-mêmes pendant deux ou trois heures dans la goutte d'eau du porte-objet (figures 6 et 7, planche XX). Cette observation tend à prouver que ces grains ne sont pas dépourvus de locomotion volontaire; car, placés d'abord tout irrégulièrement çà et là, dans la goutte d'eau, ils ne sont pas restés ainsi, à mesure que l'eau s'évaporait; de même que les vorticelles de la figure 1 de la planche XIII, tome I^er^, insensiblement nous les avons vus se rapprocher, non en bloc amorphe, mais bien finir par s'assembler bout-à-bout et en chapelets.

L'illustre physiologiste Decandolle père admettait, comme on sait, les mouvements de systole et de diastole de la cellule végétale, en faisant observer que, même à l'époque où il écrivait, cette hypothèse n'était pas entièrement gratuite. On connaissait, en effet, plusieurs cas où des mouvements alternatifs de contraction et de dilatation successives deviennent comme sensibles pour l'observateur, notamment de la part du *Schinus molle* et des chicoracées à feuilles lisses qui, quand on les tranche par morceaux, laissent échapper, par les bouts de leurs tronçons, des gouttes de suc végétal sortant par saccades intermittentes.

Tréviranus a observé un effet semblable sur les laitrons.

Carradori raconte qu'il a remarqué, à l'époque de la floraison, une telle irritabilité dans la laitue, qu'il lui suffisait de toucher avec le doigt les petites feuilles éparses le long de la tige, ou même les calices, pour faire suinter un suc laiteux des points touchés.

Si donc, avec ces seules données, Decandolle, doué d'un jugement si peu aventureux, se croyait autorisé à admettre les mouvements de contractions et d'expansions successives chez la cellule végétale, ne sommes-nous pas autorisé à plus forte raison à l'admettre aussi, d'après les faits acquis depuis l'époque où ce physiologiste énonçait son opinion à ce sujet? En définitive, nous croyons fermement à la systole et à la diastole de la cellule végétale, et que chez elle, comme chez les infusoires, cette force détermine leur nutrition, avec cette restriction toutefois que, comme la plupart des cellules engagées dans les tissus ne montrent en dehors aucune ouverture, il faut, pour que l'absorption se fasse à travers leurs enveloppes, que les matières alimentaires soient gazeuses ou dissoutes dans la sève, ou tout au moins à un état de division extrême.

# CHAPITRE VIII.

## DE L'ORIGINE DES FORMES PARTICULIÈRES DE QUELQUES UTRICULES VÉGÉTALES.

Nous avons cherché, dans notre premier volume, à étudier avec soin les développements des corps contenus dans les animalcules des infusions végétales. La même étude, entreprise sur les utricules des végétaux, nous a encore conduit à des résultats parallèles à ceux que nous avions découverts chez ces infusoires, résultats sur lesquels nous insistons.

Selon que ces utricules sont placées dans des circonstances plus ou moins favorables, elles émettent des globules et des lanières telles que celles que nous avons déjà décrites tant de fois ; ces divers organes peuvent ne sortir qu'en partie de leur mère-nourrice, ou même n'en pas sortir du tout.

Dans le cas où une faible partie de ces lanières est expulsée (et c'est un indice certain du peu de vigueur de l'utricule-mère, qui alors contient un petit nombre de globules libres et isolés dans son intérieur), on peut fréquemment voir cette utricule munie d'une sorte de queue, comme dans les figures 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 13 *bis*, 14 et 15 de la planche VI et dans les figures 6, 10 et 11 de la planche VII. Or, il arrive souvent que cette lanière, tournée en hélice à sa sortie, forme encore un tire-bourre à l'intérieur ; mais alors ce tire-bourre, grossissant sans cesse, se moule contre la face interne de l'enveloppe-mère et finit, en rompant celle-ci, par se trouver en liberté. (Voyez figures 6, 7, 9 et 10 de la planche VII.)

Quand l'utricule-mère n'émet qu'une partie de son ruban interne non contourné en hélice, la partie restante se comporte comme dans le cas précédent, après avoir fait éclater l'utricule qui la renfermait.

Cependant, ces arrangements n'ont pas toujours lieu, et l'on voit aussi le ruban contourné sur lui-même en forme de peloton plus ou moins arrondi, comme dans la figure 6 de la planche XV et les figures 5, 6, 7, etc. de la planche XVI.

Les cas que nous venons d'examiner se présentent, si l'utricule-mère a la forme d'un sphéroïde arrondi ; mais si, au lieu de cela, cette utricule est fortement aplatie, ainsi qu'il arrive fréquemment, le ruban interne commence par se disposer en fer à cheval, comme dans la figure 20 de la planche XIII, ou d'autre manière ; et si, sans sortir de l'utricule, il continue à grandir, il se tourne sur lui-même, non plus en tire-bourre, mais en spirale. C'est ce qu'on voit dans les figures 7, 8 et 9 de la planche XIV, comme aussi dans les figures 3 et 4 de la

planche XVI. Les bords de ces circonvolutions finissent par se souder et constituer une membrane continue arrondie. Il est certes difficile de ne pas voir la similitude remarquable qui existe entre ce qui se passe ici et ce que nous avons décrit dans les figures 2, 3, 5, 9, 10 et 11 de la planche XIV du premier volume, relativement aux animalcules.

Or, ces analogies sont loin d'en rester là. En effet, quand les membranes plates organiques, résultant des circonvolutions d'une lanière, grossissent, elles se retournent sur elles-mêmes en gonflant l'enveloppe-mère, et lui donnent une forme rebondie. Elles parviennent ainsi à constituer des systèmes parfaitement comparables à ceux que nous avons eu à signaler dans les figures 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 et 21 de la planche XIV et aussi dans les n^os 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10 et 11 de la planche XV (tome I^er), et c'est ce dont on se convaincra, si l'on veut bien porter son attention sur les figures 1, 2, 10, 11, 12, 13, 14..... et 24 de la planche XIV, qui ne sont autres choses que les représentations de grains d'anthères, lesquels, après avoir lancé leur fovilla en éclatant, se sont ouverts en nous offrant des formes toutes semblables aux précédentes et, par conséquent, aux animalcules des infusions végétales.

Ce n'est que long-temps après que nous avons eu décrit les métamorphoses de formes que subissent les membranes internes des animalcules, que nous avons pu voir celles des membranes correspondantes dans les utricules des végétaux. Nous avouons que nous nous sommes estimé heureux de pouvoir constater ces rapports frappants.

Là, en effet, comme dans le premier volume, nous reconnaissons le plus souvent qu'il y a eu soudure des deux bords opposés de la membrane interne de l'utricule et que de cette soudure, disposée de diverses manières, résultent des formes tout-à-fait semblables à celles de nos polypes.

Ainsi, par exemple, s'agit-il des grains de pollen représentés dans les figures 1 et 2, tout éclatés et ouverts qu'ils étaient au moment où on les a dessinés, il est facile néanmoins d'y reconnaître que, quand, dans chacun d'eux, les bords étaient rapprochés et soudés dans une bonne partie au moins de leur contour, il en résultait une utricule munie d'un orifice plus ou moins perceptible à chaque extrémité de son grand axe. Dans les figures 10 et 11, qui représentent, chacune, une moitié d'un stomate pris à la surface de la tige d'un iris, on comprend que ces utricules refermées pourraient avoir non-seulement une bouche sur leur grand axe, mais aussi une ouverture semblable à l'appareil respiratoire des infusoires ; il en est de même pour les figures 14, 15, 17, 19 et 20.

Il y a lieu de remarquer, en outre, que les bords de ces membranes contournées jusqu'au point où leurs bords opposés viennent à se souder, sont, tout aussi bien que dans les enveloppes des infusoires, généralement formés par des tire-bourres ou par de grosses utricules unies bout-à-bout, et que, dans beaucoup d'autres cas, nous avons vues se garnir intérieurement de tire-bourres. Ainsi, par exemple, si l'on examine un jeune haricot et qu'avec une lame de rasoir, on enlève une mince épaisseur de la cuticule sur la ligne extérieure qui recouvre la jonction des cotylédons, on pourra reconnaître cette même disposition trachéenne.

Après la fécondation, les ovules renfermés dans l'organe femelle offrent encore la même disposition. On la retrouve aussi dans beaucoup d'autres cas, notamment on en voit un exemple dans les grandes utricules qui entourent les grains d'amidon. (Voyez la figure 2 de la planche XV; voyez aussi, pour les ovules, les figures 3, 4, 5 et 6 de la planche VI, qui donnent la représentation de semblables organes tirés de la baie du *Solanum T.*, ainsi que les deux figures 26 et 27 de la planche XIV.

Il y a déjà long-temps qu'on a reconnu que les carpelles n'étaient que de petites feuilles retournées sur elles-mêmes. Cela est facile à concevoir pour les ovules, si l'on regarde la figure 6 de cette même planche XIV : cette figure nous montre une feuille naissante de la lentille d'eau. Que l'on se représente un pareil système renfermé dans un espace assez circonscrit pour qu'en grandissant il ne puisse pas s'étendre à son aise, il se recourbera sur lui-même selon la ligne *ab*, et les deux bords *c* et *d* arriveront jusqu'à se toucher et à se souder en tout ou en partie.

Au cas particulier de cette feuille de la lentille d'eau, on reconnaît que l'hiatus *e* constituera une ouverture absolument semblable à celle de l'appareil expiratoire des infusoires; mais il n'y aura pas, à partir de ce point, de ligne séparative. Nous ne devons plus être étonné d'avoir eu si souvent à signaler de semblables ouvertures, plus ou moins béantes, dans les ovules de diverses baies que nous avons étudiées; nous ne pouvions pas manquer, en effet, d'en rencontrer.

Nous pourrions faire encore, au sujet de l'origine des formes des cellules végétales, un bon nombre d'autres rapprochements entre les infusoires et ces dernières; nous terminerons ces comparaisons, en remarquant que, comme parmi les animalcules des eaux, il y a des utricules doubles, triples et multiples. Nous avons déjà appelé l'attention sur l'utricule double A de la planche II, sur l'utricule quadruple de la figure 4 de la planche IV, sur les utricules doubles des figures 18 et 25 de la planche VIII, sur les figures 10 et 11 de la planche IX, et sur les figures 8 et 9 de la planche XVI.

L'organisme végétal offre à chaque instant de pareils exemples dans les graines. Ainsi, le haricot avec ses cotylédons est pour nous l'accouplement de deux utricules, de l'union desquelles sort la plantule toute formée; il en est de même dans une multitude d'autres cas, et nous pensons qu'il est superflu de nous arrêter plus long-temps sur ce sujet.

## CHAPITRE IX.

### DES UTRICULES VÉGÉTALES APRÈS LEUR MORT.

Nous venons déjà de voir, d'après tout ce qui précède, combien sont nombreux et variés les germes que les utricules végétales expulsent de leur sein à un temps donné ; nous allons chercher à établir, outre cela, entre les utricules et les infusoires, un des rapprochements les plus remarquables.

Chez les animalcules des eaux, il arrive fréquemment que les accouchements ont lieu de diverses manières et à plusieurs reprises, et qu'après la dernière portée, leurs corps se dissolvent en fragments divers et en grains ; mais souvent aussi cette décomposition n'a pas lieu tout de suite. Il en est de même généralement pour les utricules végétales ; cependant, comme pour les animalcules qui ont cessé de vivre, cette décomposition finit par arriver aussi et, après elle, au milieu de fragments de rubans confervoïdes, de tire-bourres, de chapelets, etc., on voit une multitude de globulins plus ou moins petits mis en liberté. Si, dans la même eau et pendant long-temps, on abandonne à elles-mêmes de jeunes conferves, elles finissent aussi par se résoudre en granules ; nous croyons l'avoir déjà dit.

C'est qu'en définitive, nous avons vu que les enveloppes des utricules des végétaux pouvaient, dans un grand nombre de cas, être considérées, ainsi que celles des infusoires, comme la réunion d'un nombre de chapelets, en forme de conferves, et formés par des globulins associés bout-à-bout et aussi réunis latéralement, par des unions de globulins à globulins, dans les rangées voisines les unes des autres, unions dues à de véritables accouplements. Or, on comprend qu'au bout d'un temps donné, ces unions venant à cesser, soit parce que les petites utricules, qui ont perdu leurs germes, finissent par se détruire, soit parce que le grossissement de leurs propres granules les force à se déchirer en fragments divers, la nutrition commune, établie dans les enveloppes par la circulation des sucs séveux dans les rangées de tissu cellulaire qui les composaient, venant à cesser, ils périssent ou plutôt leurs molécules constituantes se séparent.

Alors, ainsi que nous l'énoncions tout-à-l'heure, les mêmes phénomènes que ceux que nous avons décrits, après la mort des infusoires, se représentent; et, en effet, il ne se passe pas un temps bien long avant qu'on ne voie apparaître des monades plus ou moins actives dans un fragment de tissu végétal; et l'on aide à la décomposition, en plaçant ce tissu en infusion dans

de l'eau, et mieux encore dans une eau de fontaine animalisée par du purin qui accélère la disgrégation des tuniques végétales.

Or, ici presque tout ce qui a été dit dans le chapitre VII de notre premier volume, à propos des infusoires, peut se répéter, savoir :

« Les utricules végétales semblent être les résultats d'associations innombrables de globules organiques dont les forces vitales ou les volontés réunies constituent une immense république fédérative et dans laquelle les efforts individuels concourent à la prospérité de l'individu multiple ; c'est-à-dire encore que chez les végétaux, la loi générale d'amour régit aussi ces multitudes innombrables d'individus trop faibles pour prospérer isolément, mais qui, sentant que l'*union fait la force*, empruntent à l'association générale la possibilité de vivre et de prospérer au milieu des circonstances extérieures. »

Du reste, cela explique parfaitement ce que l'expérience a prouvé à tous les agriculteurs ; c'est-à-dire que, s'il est vrai que les engrais favorisent la végétation, tant qu'on n'en exagère pas la dose, d'autre part, si on les emploie avec excès, on surexcite tellement la force vitale des molécules organiques des végétaux ainsi traités, que les enveloppes des cellules sont composées de petites utricules remplies de globulins assez forts pour se passer de la vie d'association, et qu'ainsi les tuniques disgrégées ne se renouvelant plus en quantité suffisante, des lacunes trop nombreuses au milieu des tissus empêchent la circulation de la sève et entraînent la mort du végétal entier. La nutrition opère là, par sa trop grande richesse, des effets physiques qui ont des résultats presque analogues à ceux de la gelée qui déchire toutes les membranes végétales par l'augmentation de volume de l'eau qu'elles renferment.

Toute autre cause de désunion, pouvant amener des solutions de continuité, dans les organes chargés d'opérer la circulation des fluides séveux, produira aussi des effets semblables, plus ou moins marqués ; c'est ainsi qu'on parvient à retarder la marche de ces fluides et à diminuer la force végétative des arbres fruitiers, en leur portant des coups ou en leur faisant des blessures, et c'est de là que vient probablement cette sorte de superstition, dont il serait au moins curieux d'étudier ce qu'elle peut présenter de réel, et qui fait dire aux bûcherons qu'ils parviennent à tuer un grand arbre, à le *charmer* (c'est ainsi qu'ils s'expriment) en le frappant, à hauteur d'homme, à grands coups du dos de leur hache, à l'époque de l'ascension de la sève.

## CHAPITRE X.

### DE L'ORGANISATION DU TISSU CELLULAIRE.

Deux opinions différentes ont été émises jusqu'ici sur l'origine du tissu cellulaire ou utriculaire des végétaux.

Dans la première, soutenue par un grand nombre de physiologistes, Malpighi et Decandolle entre autres, on admet que les premiers rudiments des utricules végétales apparaissent isolés d'abord, de forme ovoïde et de très-petites dimensions au milieu des liquides séveux. Ces utricules vont sans cesse en grossissant et en augmentant en nombre, jusqu'à ce que, pressées les unes contre les autres, elles finissent par être obligées d'affecter des formes polyédriques, et de se souder ensemble, au moyen d'une espèce de colle particulière qui ferait adhérer ces cellules les unes aux autres ; colle que M. Hugo Molh a nommée colle intra-cellulaire, mais dont, à la vérité, l'existence n'est pas prouvée. C'est une simple hypothèse que l'on a étayée sur cette espèce de gelée qui, dans certaines algues, relie, en masse, des utricules isolées et éparses au milieu d'elles ; et l'on peut lui objecter que cette gelée se laisse, au bout d'un certain temps, dissoudre dans de l'eau à une douce chaleur, et met en liberté les utricules qui y étaient emprisonnées ; tandis que souvent les cellules végétales sont tellement liées entre elles que les tissus qui en sont formés résistent à l'action de l'eau bouillante et même, à cette température, à l'action dissolvante d'une eau chargée de potasse caustique.

Dans la seconde théorie, professée par Grew, Volf, Rudolphi et Mirbel (Recherches sur le *Marchantia*), on dit que les utricules, ou plutôt les pores ou cellules de Grew, naissent dans un liquide, en apparence amorphe, non pas d'abord isolées et indépendantes, mais liées entre elles, dès le principe, à l'instar des mailles d'un filet.

Plus tard, il est vrai, quand la vie vient à abandonner certaines parties de ce tissu continu, des lacunes s'y manifestent, et seulement alors des utricules isolées y apparaissent, comme dans la première hypothèse. On se rappelle que Mirbel a décrit, dans des cas analogues, la construction de grosses utricules fabriquées de toutes pièces par des phytospermes d'une ténuité extrême.

Comparons attentivement ces deux opinions, en les rapprochant d'ailleurs de tout ce que nous avons dit nous-même sur les utricules végétales.

Et d'abord, demandons-nous s'il y a, si nous avons vu des utricules indépendantes, au milieu des tissus végétaux ?

Oui ; on sait que, dans les tissus lâches des végétaux et notamment dans les feuilles et les baies, mais surtout dans les organes qui commencent à se constituer, nous en avons trouvé très-souvent et nous les avons décrites dans de nombreuses figures. Ainsi, sous ce rapport, nous sommes parfaitement d'accord avec la première théorie.

En second lieu, nous avons aussi à nous adresser cette autre question :

Est-il vrai que nous ayons vu des utricules végétales isolées dans le liquide séveux ? Parmi ces utricules, y en a-t-il qui présentent des constitutions semblables à celles des animalcules des infusions végétales ?

D'après tout ce que nous avons déjà dit, à cette seconde demande, nous croyons pouvoir, sans hésiter, répondre d'une manière affirmative ; et ces rapprochements entre les utricules végétales et certains infusoires ne sont donc pas, sous ce rapport, en contradiction avec la première hypothèse, celle de Malpighi et Decandolle, sur l'origine de ces organes élémentaires des végétaux.

Mais, si de certaines utricules, exceptionnellement placées et nourries, nous ont présenté ces cas peu ordinaires, on se souvient que nous n'avons pas voulu, pour cela, que les autres soient ainsi faites ; car, en général, il est reconnu qu'une cellule végétale est une sorte de sac clos de tous côtés, et c'eût été de notre part une singulière prétention que vouloir prendre l'exception pour la règle ; d'ailleurs nous avons des faits à invoquer qui nous semblent prouver que la majeure partie des cellules des tissus végétaux doivent être de véritables sacs complètement clos, indépendamment de la raison que nous avons déjà donnée et qui consiste à dire que, trop gênées, trop comprimées les unes contre les autres, elles restent à l'état d'avortons.

Si l'on veut bien, en effet, se rappeler ces vessies utriculaires, représentées dans les figures 3 et 4 de la planche XVII du premier volume, utricules bâties par des animalcules d'infusion autour d'une bulle d'air, on comprend tout de suite qu'une comparaison ou, pour mieux dire, un rapprochement frappant est à faire entre ces formations et les cellules végétales complètement closes.

Ce rapprochement peut encore avoir lieu dans des cas où les utricules offrent des formes toutes particulières, comme dans la figure 10 de la planche XX (tome II), où est représenté un tissu cellulaire de la baie du genévrier. Ces utricules allongées et pointues sont entourées d'un faisceau de filaments parallèles, réunis et serrés les uns contre les autres par des tire-bourres ; or, si le lecteur veut bien se reporter aux figures 2 et 10 de la planche XVI, à la figure 1 de la planche XVII, aux figures 11, 12 et 13 de la planche XVIII et enfin aux figures 1, 2 et 5 de la planche XIX du premier volume, lesquelles figures représentent des travaux d'animalcules, il deviendra superflu de lui signaler les rapports frappants entre ces travaux et les utricules d'une baie de genévrier que nous venons de citer tout-à-l'heure. On peut en dire autant des

utricules de la figure 13 (planche XX, tome II), si ce n'est qu'elles manquent de tire-bourres placés de distance en distance, reliant les filaments parallèles dont leurs bords sont formés.

Mais il y a plus : c'est que, d'après ce que nous avons encore vu des travaux des infusoires, on est autorisé à admettre les mêmes similitudes d'organisme, quand bien même il s'agit d'utricules végétales percées d'une ou de plusieurs ouvertures, en admettant toujours d'ailleurs que la cellule végétale ait une enveloppe composée d'un tissu cellulaire régulier, comme dans le pétiole de la feuille du bananier, ou feutrée, comme dans beaucoup d'autres circonstances, dans la betterave, par exemple. C'est ce dont on peut s'assurer à l'aspect des travaux des animalcules que nous offrent les figures 24, 25, 26 .... et 32 de la planche XV, ainsi que les figures 1, 2, 3 ..... et 17 de la planche XVI du premier volume ; figures où l'on retrouve un bon nombre des formes variées que les utricules végétales nous ont manifestées, dans le second volume, aux planches I, II, III et IV.

Ainsi donc, on est en droit de reconnaître le même organisme, en un grand nombre de cas, entre les utricules végétales et les travaux des infusoires, en admettant, pour les premières, une indépendance primitive et conforme à la théorie de physiologistes illustres sur la formation du tissu cellulaire végétal ; et si nous n'avions égard qu'aux considérations que nous venons d'émettre, nous serions tout porté à nous ranger à cette opinion de Malpighi, de Tréviranus, de Decandolle, etc.

Cependant, il y a d'autres motifs qui nous rattachent aussi à la seconde théorie, à celle que Grew, Volf, Rudolphi et, après eux, Mirbel, ont considérée comme la seule vraie.

En effet, jusqu'ici, dans la comparaison des cellules végétales et des travaux des animalcules d'infusion, nous avons à peine encore parlé des travaux de plusieurs tribus réunies, qui, construisant des utricules distinctes, les ont cependant fait attenir ensemble au moyen d'une paroi commune ; c'est ainsi que se sont passées les choses dans les figures 1 et 2 de la planche XVII et plus en grand encore dans la figure 1 de la planche XXII du premier volume. Est-il possible, nous le demandons avec confiance, de ne pas saisir au premier aspect les incontestables ressemblances entre ces travaux et les deux tissus cellulaires des figures 12 et 15 de la planche XX, où la première donne le dessin d'un tissu trouvé dans une baie de mirtile?

Ne sont-ce pas, en effet, des deux parts, des cellules parfaitement réunies entre elles par des cloisons communes, formées par des tire-bourres? Dans ce cas, évidemment, le tissu cellulaire des figures 12 et 15, que nous venons de citer, est continu et répond parfaitement à l'opinion de Mirbel, de Tréviranus et de Malpighi.

Maintenant, quand des raisons nombreuses et puissantes nous portent d'un côté vers les deux théories, faudra-t-il qu'après avoir pesé le pour et le contre, nous nous décidions définitivement pour l'une d'elles? Assurément non ; car nous les croyons vraies toutes les deux, selon les cas. Nous pensons, en effet, que toutes les fois que des propagules d'utricules végétales, ou pour mieux dire, selon notre croyance, des phytospermes animés, comme ceux qu'a signalés

Mirbel, peuvent se développer à l'aise au milieu des lacunes des tissus, ils y croîtront indépendants les uns des autres, mais seulement tant qu'ils n'y seront pas trop serrés ; car alors ils se comprimeront réciproquement et finiront par constituer un tissu cellulaire régulier ou irrégulier, unis par accouplement et non par la colle de M. Hugo Moll.

Mais aussi, dans les cas où de nombreuses tribus de ces mêmes phytospermes, d'une petitesse monadaire extrême, viennent à trouver dans un végétal des lacunes où, en repos, ils peuvent encore se livrer à leurs travaux, nous croyons qu'ils y construisent des tissus cellulaires continus ; de telle sorte que, dans les végétaux, on doit rencontrer tantôt des membranes composées d'utricules inséparables sans déchirements, tantôt des assemblages d'utricules distinctes et pouvant être distraites les unes des autres.

Nous rappellerons encore d'ailleurs (premier volume, page 10) les faits annoncés en 1845 par Mirbel et qui coïncident complètement avec tout ce que nous venons de dire sur les utricules végétales construites de toutes pièces par des infusoires qui, dans son travail, prennent aussi le nom de phytospermes et auxquels il a vu faire des utricules, mais sans qu'il osât avancer aucune opinion sur cette construction intelligente de ces êtres infiniment petits, et inexplicable, selon lui, dans l'état de la science, au moment où il écrivait.

Après toutes les observations que nous avons signalées sur les travaux des infusoires qui, arrivés, eux, à de plus grandes dimensions que les phytospermes de M. Mirbel, nous ont laissé voir leurs allures, leurs travaux et leur intelligence, le doute ne nous est plus possible et nous croyons que le tissu cellulaire des végétaux, continu ou discontinu, n'est que l'ouvrage des phytospermes infiniment petits, tels que ceux que Mirbel a devinés à l'œuvre et que nous avons vus tant de fois et dans tant de circonstances différentes.

Il faut inférer, de ce qui vient d'être dit, que les tissus cellulaires doivent être fort variés ; car ici ils pourront se montrer utriculaires, c'est-à-dire décomposables en utricules, et là, tout à côté, cellulaires d'une seule pièce. En outre, dans une cellule close et entourée de toute part par d'autres juxtaposées, les germes animés infiniment petits qui y sont renfermés, ne pouvant s'échapper par accouchement, seront forcés d'y construire un travail destiné à renfermer les jeunes générations et à les garantir des révolutions qui pourraient se manifester dans l'intérieur de leur cellule-mère ; et cette cellule-mère sera pour eux tout leur univers. De ce travail résultera une seconde enveloppe établie dans la première ; de la même manière, on en pourra voir apparaître successivement, un peu plus tard, une troisième, une quatrième, une cinquième, etc. La circonstance particulière qui a voulu que l'enveloppe-mère primitive fût resserrée étroitement a donc déterminé la construction de ces enveloppes successives qu'on trouve emboîtées, les unes dans les autres, dans les cellules ; tandis que chez les animalcules des infusions qui jouissent de la possibilité d'émettre successivement leurs générations au dehors, on ne voit que rarement de pareils travaux les uns dans les autres.

C'est ainsi que, sans idées préconçues, et guidé par les faits nombreux que nous avons passé une bonne partie de notre vie à recueillir, nous expliquons l'organisation des tissus végétaux ; et nous dirons encore une fois, à leur sujet, que nous ne pensons pas qu'il puisse venir à personne l'idée que notre imagination seule nous ait fourni une théorie trop surchargée de détails minutieux pour ne pas présenter bientôt de nombreuses contradictions, si elle était fausse ; tandis qu'une fois l'identité des infusoires et des phytospermes des cellules végétales admise, le jour se fait d'un bout à l'autre dans la question de la vie végétale, si complexe et si obscure jusqu'ici.

Enfin, il n'y a pas jusqu'à des vaisseaux cylindriques composés par des filaments parallèles, représentant les génératrices d'un cylindre et contenus par des portions de tire-bourres, qu'on ne retrouve, à la fois, et dans les tissus végétaux et parmi les travaux des infusoires.

Quant aux vaisseaux de diverses sortes qu'on rencontre dans les tissus, il est généralement admis qu'ils sont des dérivés de la cellule. D'après tout ce que déjà nous avons dit à leur sujet, nous n'acceptons cette définition qu'avec restriction, ou plutôt nous la remplacerions par la suivante : *Les vaisseaux ne sont que des cellules modifiées, ou des organes résultant de l'association d'un plus grand nombre de cellules ou de globulins.* Et, en effet, si nous nous reportons à ces lanières qui, comme dans les figures 6, 7, 9 et 10 de la planche XIII, se tournent sur elles-mêmes en hélices, et qui, lorsque les spires viennent à se toucher et à se souder, forment des vaisseaux parfaitement clos, on ne saurait soutenir que ces vaisseaux ne sont pas des modifications de la cellule, puisqu'ils sont dus aux circonvolutions du ruban générateur, et que, d'autre part, ce ruban n'étant, pour nous, qu'une association de cellules accouplées, lesquelles sont elles-mêmes constituées de la même manière, il est exact de considérer le vaisseau en question comme dû, en définitive, à l'association d'une multitude de globulins. Telle est, dans notre pensée, l'origine des vaisseaux fusiformes dans lesquels, au surplus, on reconnaît une disposition particulière à produire, dans leur intérieur et à leur extérieur aussi, des organes semblables à eux-mêmes ; car, fréquemment, on y trouve des rubans trachéens internes et externes. (Voyez, pour les premiers, les figures 2, 3, 4 et 5, et, pour les seconds, la figure 1 de la planche XIII et la figure 13 de la planche XII.)

Pour les vaisseaux annulaires, ils se présentent dans des tissus lâches, où ont pu s'étendre des filaments confervoïdes parallèles entre eux, comme nous en montrent les travaux des infusoires ; ces filaments étant primitivement retenus par une ou plusieurs trachées extérieures. Pour ceux-là non plus, nous ne les accepterons pas comme une simple modification de la cellule végétale, mais bien comme des assemblages de conferves, lesquelles étant composées de globulins, on peut en conclure que les vaisseaux en question sont aussi le résultat des associations de ces innombrables globules animés.

Enfin, nous en dirons tout autant des vaisseaux qui forment les fibres végétales, ces rubans ou lanières creuses étant, en définitive, des associations de cellules fort allongées.

Il est inutile de revenir, à propos de tous ces organes, sur leur identité avec les travaux des infusoires.

Avant de terminer ces sortes de rapprochements, qu'il nous soit permis d'appeler encore l'attention sur le travail d'animalcules signalé dans la figure 4 de la planche XX, tome Ier, et qui présente d'une manière si frappante, la disposition complète d'une feuille de dicotylée; et enfin sur la figure 10 de la planche X du second volume et qui offre une grande partie des organes qui peuvent entrer dans une membrane végétale. Or, le fragment qui y est dessiné a été extrait de la pellicule d'une infusion d'écorce de jeune chêne dans de l'eau pure. Nous avons pu assister à sa formation.

Là, nous avons, comme Mirbel dans le *Cordyline australis*, constaté, au milieu d'une sorte de chaos de linéaments et de phytons infiniment petits, la fabrication, par ces derniers, de la grosse utricule A, dans la lacune AF; tout comme, d'ailleurs, pareille chose a eu lieu (figure 29 et 30 de la planche XV du premier volume). Nous y avons vu aussi des utricules fusiformes ou clostres se métamorphoser en trachées déroulées, et, dans un autre espace libre, s'organiser des cellules D et K dont les bords mitoyens étaient composés d'utricules réunies bout-à-bout, lesquelles n'ont pas tardé à se garnir de tire-bourres.

# CHAPITRE XI.

## DE LA COMPOSITION CHIMIQUE DES VÉGÉTAUX.

Notre lecteur a pu juger, par tout ce qui précède, du nombre infini de rapprochements à établir entre les animalcules des infusions végétales et leurs travaux et les utricules végétales, leurs modifications ou leurs associations. Nous avons, à présent, une tâche importante à remplir ; car, si, jusqu'ici, nous n'avons pas cessé de chercher à abattre quelques-unes des barrières qui pouvaient encore subsister entre les deux règnes, en prouvant les identités, quant à la forme, des organes que nous venons de citer, il est nécessaire aussi de faire voir que leur constitution chimique est sensiblement la même.

Nous avons lu partout, et dans des auteurs justement célèbres, qu'il est facile de distinguer les tissus végétaux, sous le rapport des éléments chimiques dont ils sont formés, des membranes animales. Ainsi, par exemple, M. Dumast dit, dans son Traité de chimie :

« La membrane végétale est isomérique avec l'amidon et transformable en dextrine ; elle est inattaquable par l'acide acétique et l'ammoniaque, même concentrée; elle donne des produits à réactions acides par la calcination en vases clos ; lorsqu'elle est fortement agrégée, elle est très-peu attaquable par une solution de soude ou de potasse ; enfin, après avoir été chauffée au rouge, elle laisse un charbon peu ou pas déformé.

» Les membranes de l'organisme animal, quelque épurées qu'elles soient, ont une composition quaternaire ; elles sont souvent attaquables par l'ammoniaque et l'acide acétique, et toujours par la soude et la potasse. Enfin, après avoir été chauffées au rouge, elles laissent un charbon plus ou moins déformé. »

A cela, cependant, nous objecterons que, si, en effet, il est facile de reconnaître la plupart des différences que signale le savant illustre auquel nous avons emprunté textuellement ce passage, pourvu qu'on aille les chercher entre les membranes des végétaux et celles qui appartiennent aux animaux supérieurs, il cesse d'en être ainsi, de plus en plus, à mesure qu'on descend les échelons de la vie animale ; car alors ces différences tranchées s'éteignent successivement; et, lorsque l'on arrive enfin aux infusoires, elles deviennent souvent tout-à-fait insaisissables. Braconnot l'a prouvé d'une manière péremptoire, quand, à notre prière, il a bien voulu s'occuper de l'analyse chimique du volvoxe globuleux ; car il lui a reconnu une consti-

tution toute pareille à celle des cellules végétales à grains verts et se comportant de même en présence des agents divers que vient d'énumérer le passage du livre de M. Dumast. Il est donc impossible, à la limite des deux règnes, de reconnaître la ligne séparative au point de vue chimique et eu égard aux différences indiquées par M. Dumast. Mais suivons encore un peu plus loin le même auteur sur ce sujet :

« Indépendamment des matières dissoutes qu'elle emprisonne, la cellulose est toujours accompagnée d'une matière azotée.

» Ce fait général est aussi constant que la présence et la composition de la cellulose dans toute cellule, dans toute trame végétale. Cette matière azotée est floconneuse ; elle se colore en jaune et se contracte par une solution aqueuse d'iode qui laisse la cellulose parfaitement incolore.

» Cette matière et une autre azotée aussi, mais dissoute, sont en proportion telle, dans les organes de tous les végétaux sans exception, de ceux mêmes qui sont récoltés dans les terrains les plus arides, que ces organes, excisés aussi jeunes que possible, desséchés et soumis à l'analyse, donnent 17 à 19 centièmes d'azote. Calcinés en vase clos, ils produisent des vapeurs ammoniacales, ramenant au bleu le tournesol rougi ; il semblerait au manipulateur non prévenu qu'il traite quelque débris animal.

» Ces résultats sont faciles à vérifier si l'on soumet à l'analyse des parties très-récemment formées, tendres et blanchâtres, comme les spongioles, les radicelles, les ovules des fleurs non fécondés, la totalité des organes floraux ou même des organes foliacés, pris dans le centre de très-jeunes bourgeons, bien que, dans tous ces organes naissants, il se trouve déjà de la cellulose et des substances assimilables par elle et azotées.

» L'apparition des matières azotées précède la formation des cellules ; du moins, lorsque, dans le cambium prêt à s'organiser, aucune cellule n'est encore visible, peut-on discerner, sous le microscope, des flocons granuleux contractiles azotés ? En outre, si l'on porte la température à 100 degrés, on coagule une matière semblable qui, dissoute, ne se voyait pas. »

Ainsi donc, le départ de l'organisation végétale est une matière azotée granuleuse, une sorte de fibrine, c'est-à-dire une substance éminemment animalisée. Comment donc pourrait-on dire que la cellulose est le type de l'organisation végétale ? Et s'il est très-vrai de dire qu'elle en constitue la charpente, cette cellulose n'est pas seule ; elle s'y trouve accompagnée de toutes les autres substances qu'on rencontre dans les animaux ; et, en effet, la fibrine, l'albumine, la caséine, les graisses ne sont-elles pas identiques avec les mêmes corps renfermés dans l'organisme animal, où, depuis peu, on a découvert de la diastase et même de la cellulose et du sucre ; et que, en un mot, toutes les mêmes substances, qui, caractérisant l'organisme, ont été signalées dans les animaux aussi bien que dans les végétaux ? Ce qui les distingue les uns des autres, c'est qu'elles y entrent en proportion fort différente. Ainsi, aux plus bas échelons, c'est-à-dire dans les végétaux, les composés ternaires prédomi-

nent ; tandis que, chez les animaux supérieurs, ce sont les substances quaternaires azotées. On serait donc tenté de croire que les premiers rudiments des végétaux tiennent plus au règne animal qu'à l'autre, puisqu'ils sont plus animalisés et que les granules fibrineux, probablement organisés, dont ils se composent à leur début, placés dans des conditions trop défavorables de nutrition pour conserver tous les attributs de l'animalité, perdent, comme les infusoires, leur mobilité, pour contracter, à l'instar de ces derniers, une existence purement végétale et, par conséquent, plus chargée de produits ternaires carbonés.

Ce qui semblerait appuyer cette dégénérescence, c'est que ces organisations inférieures, moins animalisées, se rapprochent déjà des corps inorganiques dont, dans certains cas, elles semblent affecter les allures. Ainsi, par exemple, les granules d'amidon, isomères avec la cellulose, si ce n'est qu'ils contiennent encore une substance azotée, ne diffèrent de la dextrine proprement dite que parce qu'ils sont organisés ; et l'organisation cellulaire de leur enveloppe est facile à prouver et vient à l'appui de ce que nous avons déjà dit des enveloppes des utricules végétales en général.

Ainsi, par exemple, l'amidon exposé à une chaleur de 150 degrés semble se dissoudre dans l'eau ; mais, si on laisse reposer cette eau, alors transparente, il s'y dépose des granules qui ont environ $0^m,02$ de millimètre de diamètre ; ce qui indique que les granules primitifs d'amidon se sont subdivisés en ces derniers.

Le microscope peut d'ailleurs encore en fournir la preuve ; car, si l'on soumet une pomme de terre à la chaleur du four d'un poêle de faïence, sans cependant la dessécher complètement, on fait ainsi grossir considérablement les enveloppes des grains d'amidon du tubercule, et alors on reconnaît que leur enveloppe est composée de filaments entrecroisés, comme dans un feutre, ces filaments étant, du reste, tournés sur eux-mêmes en hélice ; si enfin on colore ces grains d'amidon par de la cochenille et si l'on a soin de tourner le microscope de telle manière que la lumière tombe de côté sur le porte-objet, on parvient à apercevoir, entre ces filaments, de nombreux granules, environ de la grosseur de $0^m,02$ de millimètre de diamètre, non encore disgrégés, c'est-à-dire formant un tissu cellulaire. Si, après cela, on traite, pendant un temps assez long, ce tissu par du carbonate de potasse, on finit par mettre en liberté les granules intercalés entre les filaments et aussi ceux des corps internes ; quant aux filaments entrecroisés, ils semblent résister beaucoup plus fortement, comme cela arrive ordinairement aux trachées ; les grains d'amidon, ainsi chauffés, ressemblent beaucoup aux cellules de la betterave.

L'analogie porte à penser que ces granules, de $0^m,02$ de millimètre d'épaisseur, ont aussi leurs enveloppes composées de granules infiniment petits d'un second ordre relativement à eux, et que ces infiniment petits ont encore une constitution semblable dans leur enveloppe composée d'infiniment petits de troisième ordre. Nous sommes d'autant mieux autorisé à le penser, que nous avons vu souvent trois générations emboîtées l'une dans l'autre dans les infusoires, et qu'en suivant leurs croissances successives, nous avons pu certifier que les plus petits

finissaient, en grandissant, par faire voir que leur enveloppe était le résultat de l'union d'utricules vivantes associées. L'imagination pourrait aller aussi loin qu'elle voudrait à l'égard de ces constitutions cellulaires de plus en plus petites ; car cette exiguité même devient bientôt telle que les plus forts grossissements sont impuissants pour nous les faire distinguer. Ainsi, au cas particulier des granules d'amidon, nous venons de voir qu'exposés à une chaleur de 150 degrés, leurs enveloppes se disgrègent en granules de $0^m,02$ de millimètre. Supposons que ces granules aient aussi une constitution cellulaire et que les diamètres de leurs utricules composantes soient seulement dix fois plus petites, c'est-à-dire qu'elles aient $0^m,002$ de millimètre, on aura déjà de la peine à les distinguer ; et évidemment les granules de l'ordre immédiatement inférieur, n'ayant plus que $\frac{2}{10000}$ de millimètre, cesseraient d'être saisissables à la vue armée des plus fortes amplifications possibles ; à plus forte raison les granules du quatrième ordre et la liqueur où seraient répandus ces corpuscules, sembleraient être une véritable dissolution ; et cependant il serait possible qu'elle fût le lieu de réunion d'une multitude innombrable d'infiniment petits organisés et vivants.

Si, par exemple, l'amidon, exposé à la température de 160 degrés, dans la machine à Papin et sous la pression violente de la vapeur renfermée dans cet appareil, est converti en dextrine délayable dans de l'eau, rien ne prouve encore que cette substance soit dissoute complètement ; en réalité, elle peut être granuleuse, quoique ces granules aient subi une altération dans leur constitution, attendu que l'iode ne les colore plus en bleu.

Mais maintenant que, par suite d'une autre altération causée par l'élévation de la température jusqu'à 180 degrés dans la même machine à Papin, une molécule d'eau soit seulement ajoutée à la composition chimique de la dextrine, qui, comme on sait, contient 24 molécules de carbone, 20 d'hydrogène et 10 d'oxygène, elle sera convertie en sucre de canne susceptible de cristalliser. Il y a lieu alors de soupçonner que la désorganisation doit être complète ici ; car les molécules de sucre se comportent à l'instar de celles des corps inorganiques ; suffisamment séparées et ténues et glissant seulement assez les unes sur les autres pour obéir aux forces infiniment petites des attractions moléculaires, elles peuvent se grouper en cristaux, d'autant plus réguliers, que l'évaporation des liquides ambiants est plus lente et plus paisible. Ne semblerait-il pas qu'on saisit ici un des points de passage du règne organique au règne inorganique et que l'on s'expliquerait, en outre, au cas particulier, comment des substances isomères peuvent se comporter tout différemment sous les rapports physiques et sous ceux de la vie ? Remarquons que, jusqu'ici, on s'est contenté de dire que, dans les corps isomériques, il y avait, pour chacun d'eux, dans leurs mêmes molécules, un arrangement, une disposition différente ; ce qui, en définitive, ne jette qu'une bien faible lumière sur la question.

Ce que nous venons de dire à propos de la cellulose, de l'amidon et de la dextrine, nous paraît pouvoir se répéter pour la fibrine, l'albumine et la caséine, substances quaternaires azotées isomériques. Ainsi, quant à la fibrine, non-seulement elle est granuleuse, mais ses

granules sont unis en chapelets, en lanières et même en membranes ; tandis que, généralement, l'albumine n'est que globuleuse ; et qu'enfin, dans la caséine, la disparition des granules est complète. Cette dernière substance nous paraît être, relativement à la fibrine, ce que la dextrine est aux enveloppes de grains d'amidon.

En résumé, dans les végétaux, le carbone domine et l'azote s'y rencontre en quantité beaucoup moins grande que dans le règne animal, surtout chez les animaux supérieurs : mais, au point où les deux organismes se touchent, la composition chimique est sensiblement la même.

## CHAPITRE XII.

### DU PREMIER CARBONE DES PLANTES PRIMITIVES.

Jusqu'ici nous n'avons encore comparé les organes élémentaires des végétaux aux animalcules des infusions végétales qu'au point de vue de leurs similitudes de formes, d'organisme intime et de composition chimique. Mais, en définitive, nous n'avons, en aucune manière, établi de rapports entre la vie animale proprement dite et la vie végétale résultant d'associations immenses, innombrables d'infiniment petits, vivant en commun comme dans une république fédérative. Il est rationnel de penser, *à priori*, que ce genre d'existence dépendante doit entraîner des modifications importantes dans la manière de vivre de ces molécules animées et que des manifestations vitales toutes spéciales doivent naturellement en découler.

On sait, en effet, que si, d'une part, dans l'acte respiratoire, qui est le premier signe extérieur et le plus important de la vie animale, il y a, chez les animaux indépendants, absorption d'oxygène de l'air ambiant et expulsion d'acide carbonique, de l'autre, on a constaté, de la part des végétaux, décomposition de l'acide carbonique de l'atmosphère et expulsion d'oxygène ; c'est à cette dernière faculté dont ils jouissent qu'on a dû attribuer la source de la grande quantité de carbone qu'à chaque instant la végétation emmagasine à son profit ; et si, de cette manière, après des expériences dues à des hommes des plus sérieux dans la science, se trouve dévoilée une des sources des matériaux nécessaires aux accroissements des plantes et à leurs multiplications infinies, cette explication devient sans valeur pour indiquer le procédé que la nature a suivi, quand elle a su trouver les matériaux indispensables à la construction de la plus minime cellule des premiers végétaux.

Nous avouons franchement que nous n'adoptons pas les explications qu'on a données à propos de cette question majeure. Ainsi, par exemple, tout dernièrement encore, dans un livre très-recommandable dû à un savant piémontais, M. Filippe de Filippi, directeur du Musée zoologique de Turin, on lit le passage suivant, dans lequel il s'agit de l'énorme quantité de carbone déposé à la couche superficielle de la terre :

« Tout ce carbone (écrit M. de Filippi à sa fille, à l'éducation de laquelle est consacré son ouvrage), et la quantité plus grande encore qui entre dans la composition de chaque tronc

d'arbre, de chaque tige et de chaque feuille de la végétation actuelle, où et en quelles conditions existait-il dans la première époque de la création, lorsque la terre était encore en ignition et enveloppée par une atmosphère très-dense? Tous les faits qne la science possède concourent précisément à démontrer que cette atmosphère très-dense fut le règne primitif du carbone, et il n'est pas nécessaire que je te répète qu'il devait s'y trouver sous forme gazeuse et à l'état d'acide carbonique, la *désoxygénation de ce carbone ne pouvant arriver que par la force assimilatrice des plantes primitives*. Le carbone des plantes actuelles n'a pas d'autre origine, elles le tirent de l'air. »

Ce que dit ici M. de Filippi, un grand nombre d'autres l'ont dit aussi. Quoiqu'il faille se prémunir d'une forte dose de courage pour heurter des opinions enracinées, nous allons cependant le faire, en réclamant toutefois d'avance la bienveillante impartialité du lecteur.

Personne ne contestera l'état du carbone dans l'atmosphère à l'époque dont parle M. de Filippi. *Oui,* tout le carbone était nécessairement combiné avec l'oxygène et constituait une masse énorme d'acide carbonique ; *tout le carbone,* entendons-nous bien?

Or, tout de suite ici une question se présente à l'esprit : si le carbone, ainsi brûlé, était en gaz autour du globe, où donc a pu être pris celui qui a servi à composer les plantes primitives, à bâtir leurs premiers œufs, puisque tout le monde est d'accord pour dire qu'il ne pouvait y en avoir un atôme, à l'état de carbone isolé?

On pourra bien, si l'on veut, me répondre que le Créateur de toutes choses, et dont la puissance est sans bornes, celui-là même qui avait déjà créé le carbone de l'acide carbonique, a pu en créer encore tout exprès pour les plantes primitives. Quoique cette manière d'argumenter s'éloigne sensiblement des méthodes scientifiques, admettons, pour un moment, cette nouvelle création, comme aussi celle des plantes primitives, et cherchons à voir ce que ces plantes vont devenir, plongées dans le bain épais et délétère de l'acide carbonique et d'une infinité d'autres corps toxiques, tels que les acides phosphorique, sulfurique, azotique, l'ammoniaque, etc., sans compter les vapeurs malfaisantes d'une multitude de corps métalliques volatilisés. N'est-il pas évident, d'après tout ce qu'on sait sur ces poisons, aussi bien mortels pour les végétaux que pour les animaux, que ces plantes, ne pouvant y vivre ni s'y développer, y mourront asphyxiées aussitôt que sorties, de toutes pièces, des mains du Créateur?

Mais si, nous appuyant sur les faits acquis comme on a coutume de procéder dans la science, nous voulons tâcher, par des conclusions logiques, de nous approcher, autant que possible, de la vérité, nous concevrons, dans le cas qui nous occupe, qu'avant tout, pour qu'un être vivant fût confié à la terre-nourrice, il était indispensable que l'atmosphère de ces premiers temps, si chargée de principes délétères, en fût débarrassée, en majeure partie du moins ; il fallait, par conséquent, qu'une quantité notable d'acide carbonique fût décomposée.

Or, nous le demandons, comment aurait-il pu, cet acide, subir une pareille décomposition

par la force assimilatrice des plantes primitives qui n'existaient pas encore, ou qui, si elles avaient existé un instant, auraient été aussitôt empoisonnées dans un semblable milieu ?

Ainsi donc, la décomposition de la majeure partie de tous les produits empestés qui viciaient l'atmosphère était devenue une nécessité préalable à l'apparition de la vie, et, pour qu'elle ait eu lieu indépendamment des plantes primitives qui n'étaient pas encore, il est nécessaire d'aller en quérir la cause ailleurs, c'est-à-dire dans l'atmosphère elle-même.

Quand l'immense incendie, où tout passait à l'état d'oxyde et d'acide, se fut calmé et qu'à une certaine époque où le refroidissement se fut déjà fait sentir, des corps volatilisés se déposèrent, vers le centre du système de notre planète, les uns au-dessus des autres, selon leurs densités respectives, il en résulta un ensemble composé de couches encore en fusion dans l'intérieur du noyau, solidifiées à la surface de ce même noyau, et au-dessus d'elles une atmosphère gazeuse.

Toutes ces couches, entraînées par le double mouvement de la planète autour de son axe et, en outre, autour du soleil par sa force de translation, n'ont pas pu, vu leur différence de densités, acquérir des vitesses égales; et, les unes en avance, les autres en retard, elles se sont frottées réciproquement avec plus ou moins d'énergie.

Or, qu'arrive-t-il à deux corps qui exercent un frottement l'un sur l'autre, quand bien même ces corps sont de même nature, et ne sait-on pas qu'ils se chargent d'électricité de signes contraires ? Ces manifestations d'électricité furent, dans l'antiquité, les premiers rudiments de la doctrine électrique : ce sont, en effet, ceux que l'on obtient le plus facilement et qui sont placés en première ligne. Ainsi donc et d'après ce principe fondamental, on est amené tout naturellement à admettre notre système comme formé de couches successives chargées d'électricités alternativement positives et négatives, si elles viennent, ainsi que cela a lieu pour le plus grand nombre d'entre elles, à rouler avec frottement les unes contre les autres.

Si donc l'expérience a prouvé que la croûte terrestre est généralement à l'état négatif, ne doit-on pas en déduire que celle qui lui est immédiatement inférieure, c'est-à-dire la couche en fusion et qui commence à une si faible profondeur au-dessous de la surface terrestre, est chargée d'électricité positive ?

Or, en admettant qu'ainsi se passent les choses, si, par quelque fissure de la croûte solide, ces substances en fusion ou en ignition, poussées par des réactions souterraines, sont lancées dans l'atmosphère, il est évident qu'elles pourront affecter une électricité positive ; de même que si l'eau de la mer pénètre jusqu'à la partie en fusion, elle s'y chargera d'électricité de même signe. Et, en effet, la science a constaté cet état dans les matières vomies par les volcans ; et c'est aux communications des mers avec cette même couche inférieure fondue où elles vont se charger d'électricité positive, qu'un physicien célèbre, M. de la Rive, attribue le même genre d'électricité que l'eau de la mer vaporisée communiquerait à l'atmosphère et qu'on lui reconnaît généralement.

Sans nier la possibilité des effets indiqués par une telle autorité, ne pourrait-on pas aussi attribuer, en bonne partie, l'état positif de ces eaux à leur frottement contre le fond de la mer? Ce serait une opinion analogue à celle de M. Becquerel, qui pense que la réaction des cours d'eau sur la surface de leur lit détermine pour eux l'état positif, en opposition à celui de la terre qu'on sait être chargée d'électricité négative; et enfin n'est-il pas très-naturel encore d'admettre que, indépendamment d'autres causes alléguées par les physiciens, cette électricité positive prédomine aussi dans l'atmosphère par suite du frottement de celle-ci contre la surface terrestre, frottement d'autant plus énergique que les vents sont plus rapides (1)?

Cela n'empêche pas d'ailleurs que si des couches atmosphériques de densités différentes et marchant avec des vitesses diverses, ou même en sens inverse, se frottent les unes contre les autres, il en résulte aussi qu'elles sont chargées d'électricités de signes contraires, comme des observations nombreuses l'ont prouvé. Cela n'empêche pas non plus que les vapeurs qui s'échappent de la terre, chargées de l'électricité de celle-ci, ne viennent former des couches de vapeurs à l'état négatif dans l'atmosphère, ainsi que cela est acquis aussi à la science.

En définitive, on peut considérer notre planète (terre et atmosphère) comme constituée de couches de densités différentes superposées, frottant plus ou moins les unes contre les autres et chargées alternativement d'électricités de signes opposés. On comprend qu'un semblable système représente une pile gigantesque, et que, si deux conducteurs, partant l'un de l'élément central, l'autre des couches supérieures, entretenaient une relation entre ces éléments, il en résulterait une puissance voltaïque immense, surexcitée d'ailleurs par le frottement rapide des couches qui la composent, conséquence de la vitesse de rotation de l'appareil.

Pour obtenir une grande puissance de décomposition, il n'est pas nécessaire que tous ces éléments soient engagés. Qu'on suppose, par exemple, que deux couches atmosphériques, chargées d'électricité de signes contraires, soient en présence, et des observations scientifiques sérieuses prouvent que pareille chose se présente encore souvent aujourd'hui, si entre ces deux éléments, des communications viennent à s'établir de même nature que celles qui résultent des fils métalliques d'une pile ordinaire, pourquoi donc alors des effets de décomposition, analogues à ceux d'un pareil instrument, n'auraient-ils pas lieu, et ne comprend-on pas que la réduction des corps brûlés et autres répandus dans l'atmosphère peut s'y manifester par l'isolement de leurs éléments à l'état naissant?

De ces considérations, on déduirait que l'atmosphère est nécessairement un lieu de réductions de la plus grande énergie.

Mais cette atmosphère était-elle, dans les temps primitifs, et est-elle seulement encore

---

(1) *Traité de physique* de Péclet, tome II, page 65.

aujourd'hui un appareil décompositeur? Assurément non. Qu'on se représente les deux nuages dont nous venons de parler, non plus séparés par une certaine distance, mais venant à se choquer, on sait qu'il devra y avoir décharge électrique, c'est-à-dire production de la foudre, et qu'alors, à la faculté de décomposition de leur part, pourra se substituer celle d'autres compositions, c'est-à-dire que les corps, décomposés quelques instants auparavant, pourront former, avec leurs éléments isolés, des compositions toutes nouvelles; et n'est-ce pas ainsi que de l'oxygène et de l'hydrogène, réunis dans un même ballon de verre, reconstituent de l'eau, quand on les soumet à l'action d'une étincelle électrique?

En définitive, depuis toutes les recherches dues à des savants illustres sur les phénomènes galvaniques rapprochés de ceux de l'électricité, on a déjà dit plus d'une fois que la superposition de couches hétérogènes à la surface du globe y établit des courants semblables à ceux de la pile.

Pourquoi donc aussi, dans les premiers âges du monde, les choses ne se seraient-elles pas passées de la même manière, si ce n'est que les causes et les effets de ces causes s'y seraient fait ressentir avec une effrayante intensité, au milieu de réactions électriques supérieures à tout ce que notre imagination peut nous représenter, et capables de causer des combinaisons et des décompositions qui, probablement, ne sauraient être reproduites aussi puissamment aujourd'hui?

On comprend ainsi comment des instruments si énergiques, exerçant leur action sur les corps lancés dans l'atmosphère, et, par conséquent, sur les oxydes et les acides qui se trouvaient à leur portée, comme nous le disions tout-à-l'heure, ont dû, décomposant l'acide carbonique, en particulier, en isoler le carbone à l'état naissant. Or, il est évident pour nous que ce carbone, ainsi obtenu, est nécessairement celui qui a contribué à la formation des premiers œufs végétaux; et cela, par une raison fort simple : *c'est qu'il n'y en avait pas ailleurs.*

Tout, dans la question qui nous préoccupe si vivement, affecte des proportions colossales et éminemment émouvantes. Il ne s'agit plus de ces mesquines opérations de laboratoire où la science méticuleuse, la balance à la main, pèse, avec scrupule, quelques atômes de substances obtenues péniblement avec les forces bornées dont elle dispose. C'est notre monde tout entier qui est entré en travail sous la direction d'une intelligence suprême; et certes, il a fallu à Raphaël tout son génie pour oser enfanter cette admirable peinture où Jehovah, au milieu du tonnerre et des éclairs, écarte de ses puissantes mains les noires vapeurs qui entouraient le globe, et où, au point de vue où nous le plaçons, il parvient, immortel chimiste, à isoler le carbone, cet élément rudimentaire de la luxuriante végétation des premiers âges du monde.

*Mais aussi, la vie allait commencer!*

## CHAPITRE XIII.

### DE LA CRÉATION DES PREMIÈRES UTRICULES VÉGÉTALES.

Mais aussi la vie allait commencer, venons-nous de dire à l'instant ; et cependant avouons que nous avons été un peu trop vite ; car la désoxygénation de l'acide carbonique par l'appareil atmosphérique et l'apparition du carbone ne suffisaient pas encore à la constitution complète de la plus minime des utricules végétales.

S'il est vrai, en effet, que, dans les plantes, la charpente de l'édifice se compose essentiellement de carbone uni à de l'oxygène et à de l'hydrogène dans les proportions nécessaires pour faire de l'eau, il fallait d'abord que cette combinaison fût obtenue, et, en second lieu, cette combinaison atteinte, tout n'était pas encore fait ; car on ne soutient plus, comme par le passé, que les végétaux ne sont que des composés ternaires, la nature ayant ainsi établi, disait-on, une ligne de démarcation bien tranchée entre les deux règnes. A cette heure, une pareille opinion est impossible, depuis que des recherches précises ont fait voir qu'il n'existe pas un seul végétal vivant, ni une seule partie vivante d'un végétal qui ne soit imprégnée de produits quaternaires, combinaisons d'oxygène, d'hydrogène, de carbone et d'azote, ces substances, indispensables à la vie végétale, portant la vie au milieu des tissus des organes.

Si donc ces composés quaternaires font partie essentielle, intégrante, indispensable de l'organisation des plantes, celles-ci ne pouvant vivre ni fonctionner sans eux, il a fallu, à l'origine des choses, pour que les végétaux fonctionnassent, qu'ils fussent préalablement pourvus de ces composés, c'est-à-dire que ces composés azotés aient été fabriqués *pour la plante* et non *par la plante*.

Au surplus, si, une fois, on admet la puissance de combinaison et de décompositon de la pile atmosphérique, la formation de toutes pièces de ces composés ternaires et quaternaires est facile à concevoir.

Que faut-il, en effet, répétons-le, pour constituer la charpente, la carcasse de l'enveloppe d'une utricule végétale ? ou un peu de carbone hydraté, de la cellulose, et non pas un simple mélange d'eau et de carbone.

En outre, nous avons établi, comme condition préalable à l'apparition de la vie, la nécessité que l'atmosphère fût purgée, au moins en partie, des corps toxiques qui l'encombraient, et

l'appareil réducteur atmosphérique était là, non pas pour se borner seulement à la décomposition de l'acide carbonique, mais aussi pour la désoxygénation des autres corps brûlés qui, réduits en gaz, enveloppaient le globe d'épais nuages. Ainsi, par exemple, agissant sur l'eau en vapeur, cette pile a dû en opérer la décomposition et faire trouver en présence de l'oxygène, de l'hydrogène et du carbone à l'état naissant, c'est-à-dire le plus propre à leur combinaison ternaire ou autrement à une formation de carbone hydraté ou de cellulose, déterminée, un peu plus tard, par l'étincelle électrique des orages.

C'est ainsi que nous concevons la création du principe immédiat ternaire, la cellulose, matière la plus mise en œuvre dans l'architecture végétale.

Ce carbone hydraté, quelle que soit la disposition physiologique qu'il affecte, n'est cependant encore qu'une substance inerte et incapable de vivre ; car, nous le répétons une dernière fois, il n'y a pas d'exemple de vie végétale sans azote, malgré le nom malencontreux infligé à ce gaz au moment où il fut découvert.

Or, si, d'après les considérations qui précèdent, la formation de la cellulose s'explique sans efforts par les forces électriques inhérentes à l'atmosphère, ne semble-t-il pas naturel, en suivant cette voie, de penser que les mêmes procédés ont donné lieu à des combinaisons quaternaires d'oxygène, d'hydrogène, de carbone et d'azote? En effet, dans les temps primitifs, l'azote brûlé a fourni des masses d'acide azotique ; ce même gaz, uni à l'hydrogène, a donné l'ammoniaque. Pourquoi donc, soumis aux mêmes actions atmosphériques, cet acide et cette ammoniaque n'auraient-ils pas été réduits, mettant ainsi en liberté de l'oxygène, de l'hydrogène et de l'azote à l'état naissant? Et ces derniers, rencontrant du carbone dans le même état, pourquoi n'auraient-ils pas, sous l'influence de décharges électriques puissantes, constitué des produits quaternaires que, pour abréger, nous désignerons sous le nom de matières albuminoïdes? Ce qui vient à l'appui de cette opinion, c'est qu'avec les ressources de leur laboratoire, les chimistes n'ont pas encore pu composer de tels corps, et qu'apparemment il fallait pour cela des appareils comme ceux de l'atmosphère, ou tout au moins d'énergiques moyens analogues.

Maintenant, qu'on ajoute à la charpente d'une utricule végétale une certaine quantité de matières albuminoïdes, cette utricule pourra vivre. L'amidon, qui semble comme un premier essai de la cellule végétale, quelque petite que soit la quantité de matières azotées qu'il contient, offre l'exemple d'un pareil système ; mais, à mesure que la dose relative d'azote augmente, la vitalité augmente aussi.

Quant à dire comment ces principes ternaires et quaternaires ont été pétris pour former les molécules organisées les plus simples, une utricule végétale, le Créateur seul le peut. Toutefois, nous ne saurions nous empêcher d'appeler l'attention sur un fait qui se passe journellement sous nos yeux. Qui n'a pas, en effet, remarqué parfois, pendant une pluie d'orage et immédiatement après un coup de tonnerre, une forte averse de grêlons ?

Or, si l'on examine l'intérieur de ces grêlons ovoïdes, ne voit-on pas qu'ils sont composés

d'une ou de plusieurs enveloppes concentriques, et offrent de l'analogie avec la constitution physique des utricules végétales? On serait presque tenté de soupçonner une sorte de parenté entre ces deux créations et d'attribuer la dernière à quelque chose comme un dépôt de matière organique autour de globules infiniment petits de vapeurs vésiculaires. Nous n'insisterons pas, bien entendu, sur un sujet aussi obscur.

On conçoit d'ailleurs que bien d'autres éléments ont dû s'adjoindre, par les mêmes voies, aux principes immédiats, ternaires et quaternaires dont nous nous sommes entretenu : la désoxygénation des acides sulfurique et phosphorique, par exemple, livrant ainsi à la puissance organisatrice du soufre et du phosphore à l'état naissant. Enfin, on arrive à penser que, de combinaisons diverses et en proportions déterminées, ont dû naître des espèces différentes de principes immédiats et des molécules organiques variées.

Si, à quelques-uns de nos lecteurs, toutes ces créations rudimentaires, dans et par l'atmosphère, apparaissaient comme une idée tombée des nues, nous leur répondrions aussitôt par la puissance de l'appareil mis en œuvre et aussi par ces myriades d'êtres microscopiques qui vivent encore dans l'atmosphère de nos jours, si différente de celle dont nous parlons ; car on sait que, par leur importance, ces corpuscules ont attiré dernièrement l'attention de la science. N'y a-t-il pas lieu d'ailleurs de croire que, dans les temps primitifs, l'atmosphère, plus riche en produits divers, offrait des chances à des formations infiniment plus nombreuses? Et si l'on cherchait à savoir comment ces êtres, quoique, en définitive, d'une légèreté si grande qu'on la suppose, pouvaient vivre et se soutenir dans un milieu gazeux, nous demanderions aussitôt comment y vivent et s'y soutiennent ceux d'aujourd'hui.

Remarquons enfin que les couches supérieures de l'atmosphère pouvaient avoir, vu leur élévation, une température modérée, tandis qu'au-dessous d'elles il y en avait encore de beaucoup plus chaudes. Il n'y a donc rien d'invraisemblable à supposer la vie fonctionnant déjà aux limites supérieures de l'atmosphère d'alors, quand la croûte du globe était encore à une haute température, et qu'à mesure qu'elle se refroidissait, les corpuscules animés envahissaient des régions plus basses ; et, au fait, leur existence ne présentait-elle pas quelque chose de comparable à ce qui se passe encore aujourd'hui, où la vie, beaucoup plus complète, se soutient à quelques mille mètres seulement des roches et des métaux encore en fusion sous l'épiderme de la terre?

Peut-être nous abusons-nous, mais il nous semble que c'est ici un beau et saisissant spectacle que de suivre, par la pensée, la vie, venue d'en haut, envahissant de proche en proche les espaces inférieurs et concentrant ses innombrables phalanges, en raison inverse des cubes des distances qui les séparaient encore du noyau solide, finir par prendre possession de la surface terrestre, la trouvant déjà fécondée par les détritus dus à l'accumulation des cadavres des êtres qui, déjà depuis long-temps, avaient cessé de vivre.

Cependant tous ces germes n'avaient pu acquérir dans l'air et sans points d'appui qu'un

développement éphémère et imparfait ; mais une nouvelle ère commençait pour la vie organique ; car si, jusque-là, au-dessus des fournaises ardentes et au milieu des éclats de la foudre, cette vie rudimentaire et microscopique était descendue, impassible, à la conquête de la terre, elle put, aussitôt qu'elle y eut pris racine, inaugurer, au moins pour un temps, le triomphe de l'ordre et de la paix, en inondant de verdure et de fleurs les parties de sa surface qui, jusqu'alors, étaient restées arides et inhabitées.

Tout ce qui vient d'être avancé, au sujet de la formation des premières molécules organiques, repose sur l'énergie de composition et de décomposition dont nous avons admis que les couches atmosphériques, chargées d'électricités différentes, étaient armées, ainsi que les nuages qui y circulent ; aussi nous croyons utile de corroborer nos conclusions par les considérations suivantes qui nous semblent se rattacher de bien près à l'extraction, du sein même de l'atmosphère, des éléments primordiaux de l'organisme.

On a vu, en effet, que, dans notre manière de considérer les choses, le système de notre globe aurait commencé par un vaste incendie, dû à la combinaison de l'oxygène avec tous les corps plus ou moins combustibles, et cette conflagration aurait duré tant qu'il y aurait eu de l'oxygène libre. Quand enfin tout cet oxygène fut fixé dans les corps brûlés, et, à mesure que la chaleur, qui tenait ceux-ci vaporisés, eut commencé à baisser, les plus lourds de ces corps se rassemblèrent vers le centre du système et formèrent le premier noyau, se posant par couches de densités différentes et terminées par celles de l'atmosphère. La pile, dont nous avons admis les effets, était donc constituée, et, se mettant à fonctionner, elle donna lieu à des désoxygénations et à des oxygénations successives des corps brûlés qui stationnaient encore dans l'atmosphère et à des incandescences renaissantes sur une multitude de points. Ces incandescences locales, qui succédèrent ainsi aux lueurs générales du premier incendie et avec moins de force, sans doute, avaient beaucoup de chances pour se renouveler pendant long-temps ; car ce que, comme appareil réducteur, l'atmosphère faisait à un instant donné, elle pouvait le détruire, au moins en partie, quelques moments après. Toutefois, elle perdait incessamment une certaine quantité des corps qui la constituaient et qui, insensiblement, tombaient vers le noyau central. Toutes ces combustions, en définitive, partielles et accidentelles et de moins en moins nombreuses, allèrent, en diminuant ainsi, jusqu'aux époques historiques où elles n'ont plus été sensibles à l'homme que par les phénomènes de la foudre.

On conçoit cependant qu'entre ces deux états extrêmes par où l'atmosphère a passé, celui du *maximum* de sa lumière propre et celui où elle ne brilla plus que dans des circonstances exceptionnelles, il y a eu des termes intermédiaires où cette atmosphère brillait encore d'un vif éclat, et où cependant, en certains points, par disette d'oxygène, il y avait une obscurité relative. Supposons un spectateur placé dans une planète voisine, à l'époque dont nous parlons, la nôtre qui, pour lui, aurait été à l'état de soleil, lui aurait montré, çà et là, des

taches obscures, variables de lieux et de grandeurs. Or, comme on sait que notre soleil, à nous, habitants de la terre, offre de temps à autre le même phénomène, ne serait-ce pas à des causes semblables à celles dont nous venons de parler qu'il faudrait les attribuer? L'hypothèse d'Herschell et d'Arago, croyons-nous, ne comparait-elle pas le soleil à une pile immense et sa lumière à la lumière électrique? Si nous venons, en apparence, de nous écarter quelques instants de notre sujet, c'est que nous voulions saisir l'occasion de mentionner l'hypothèse émise par ces savants illustres, étant assez heureux de nous abriter à leur ombre; et ce serait aussi à tort qu'on voudrait nous reprocher l'écart apparent que nous allons encore faire; car tout se lie dans le système du monde :

Des recherches microscopiques, auxquelles nous nous étions livré sur des fragments de roches plutoniques réduits en poussière très-fine, nous avaient porté, il y a déjà long-temps, à penser que ces matières pouvaient bien renfermer des principes organiques. Nous avons alors prié notre célèbre compatriote et ami Braconnot de vouloir bien examiner chimiquement si la présence de cette matière organique pouvait être constatée dans ces roches. Pour nous, nous le soupçonnions d'autant plus que, fréquemment, en faisant casser, avec une lourde masse de fer aciéré, des fragments de granite ou de porphyre, nous avions eu l'odorat vivement impressionné par une odeur empyreumatique *sui generis* et qui n'appartient qu'à certaines matières organiques que l'on brûle. Cette odeur était la même que celle qui s'exhale aussi du silex pyromaque frappé ou vivement frotté et qu'on connaît sous le nom d'odeur de pierre à fusil.

Braconnot soumit à la flamme du chalumeau des granites, des porphyres et même des basaltes, et fut frappé tout d'abord de cettte même odeur d'empyreume à laquelle, *à priori*, il n'avait jamais voulu croire, et il finit par déclarer qu'il avait reconnu la présence d'une matière organique, jusqu'au milieu des roches volcaniques.

On était peu préparé à une pareille annonce, et si l'on n'avait pas connu l'extrême circonspection du chimiste de Nancy, le fait admis par lui aurait été reçu avec blâme et défaveur. On ne le réfuta pas, mais fut-il admis pour cela? Nous ne le pensons pas; toutefois, indépendamment de ce que nous venons de dire, nous ferons observer que si, au moyen de notre hypothèse sur l'appareil atmosphérique, nous sommes arrivé à conclure la formation de matières azotées quaternaires, c'est-à-dire de matières organiques dans et par l'atmosphère de ces premiers âges du monde, il n'y a rien d'inconvenant à admettre que, entraînée par des courants électriques dirigés de haut en bas vers la terre, une quantité notable de ces composés s'est trouvée mêlée aux corps inorganiques qui descendaient aussi vers ce noyau. Ces corps, en fusion d'abord, ont fini par se prendre en masse et par renfermer, dans leur pâte, des composés azotés, lesquels, du reste, dans leur trajet à travers des milieux très-appauvris en oxygène, avaient pu ne pas être brûlés.

Maintenant, s'il était vrai que les roches plutoniques renfermassent des matières organiques,

combien, à plus forte raison, ne devait-il pas y en avoir dans les terrains de sédiment? aussi les micrographes y ont-ils constaté un grand nombre de dépôts organiques.

Ce n'est pas ici assurément le lieu de passer en revue les divers corps que ces actions et réactions antagonistes ont dû produire ; qu'il nous soit permis cependant d'appeler l'attention sur l'extrême facilité avec laquelle, au moyen de cette même hypothèse, on expliquerait la formation de certains produits exceptionnels. Ainsi, par exemple, comment imaginer d'où viennent ces dépôts d'or natif qu'on rencontre, dans certains terrains, à la pellicule de la terre?

Avec notre hypothèse, la chose nous paraît facile; car si l'or, primitivement réduit en vapeur, à l'état d'oxyde et même d'acide, a été ensuite revivifié par l'appareil atmosphérique, pourquoi, ne trouvant plus ensuite une chaleur assez intense pour être brûlé de nouveau, même dans des régions momentanément encore en ignition, ne se serait-il pas précipité en fusion à l'état métallique sur la surface du globe, dans les fissures des roches ou même dans la pâte encore fluide de ces terrains?

Pourquoi ne croirait-on pas qu'un des procédés que la nature a pu employer pour la fabrication des pierres gemmes a eu la même origine? Il aurait suffi que les éléments de ces pierres fussent revivifiés dans l'atmosphère et mis aussi en présence à l'état naissant, y compris ceux de leur eau de cristallisation, et que, recombinés, ils eussent constitué une sorte de gelée qui, enclavée dans des terrains en train de se former, a pu obéir avec calme aux lois précises de la cristallisation.

Pourquoi surtout le *carbone précipité à l'état naissant* n'y aurait-il pas aussi cristallisé et ne serait-il pas transformé *en diamant?* Cette origine coïncide si bien avec les traces de matière organique qu'un examen attentif a fait voir dans ce cristal de carbone!

Une circonstance toute spéciale accompagne les gisements d'or natif, de pierres précieuses et de diamants. Ces corps, en effet, ne se trouvent pas, çà et là, répandus également sur toute la terre; il y a pour eux des régions spéciales et favorisées par-dessus toutes, le Brésil et l'Inde. Si l'on veut bien jeter les yeux sur une mappemonde, on pourra sans peine y voir que l'Amérique méridionale est reliée à l'Inde par les plus hautes montagnes de la terre, et l'on y suivra du doigt une ligne qui, à partir du Chimborazo et en passant par Panama, traverse l'Amérique septentrionale, le détroit de Béhring, la Sibérie et enfin l'Asie, jusqu'aux pics les plus élevés du Thibet. On dirait un appareil électrique terrestre, dont les pôles immenses, le Chimborazo et le Dawalghiri, seraient réunis par les couches humides et acides de l'atmosphère, et l'on oserait presque soupçonner que cette disposition remarquable n'est pas étrangère à l'apparition, au Brésil et dans l'Inde, des quantités d'or, de pierreries et de diamants qu'on y trouve plus qu'ailleurs. Au surplus, de puissants courants électriques doivent y circuler; car on sait que les manifestations d'électricité sont beaucoup plus puissantes en Amérique qu'en Europe, et des observations précises, tout nouvellement publiées, prouvent que l'Himalaya

exerce une influence générale et nettement définie sur tous les éléments de la force magnétique, de telle sorte que, à latitude égale, l'intensité de cette force y est plus grande que sur les autres points du globe.

Mais, pour que le carbone qui a servi à faire tant de diamants ait été déposé sur la terre et dans toute sa pureté, il a fallu qu'il n'eût pas, rencontrant sur sa route les éléments de l'eau et de l'azote, constitué des principes immédiats qui auraient pu servir à des créations végétales destinées à ajouter à la richesse des plus belles contrées du monde, et l'on se sent presque disposé à rêver que, dans son dépit de ne pouvoir cette fois compléter ainsi leur parure, la nature a voulu prendre sa revanche en laissant tomber sur elles comme une pluie d'argent et d'or, de pierreries et de diamants !

# CHAPITRE XIV.

## INTERVENTION DE L'ÉLECTRICITÉ DANS LA NUTRITION DES PLANTES.

### § Ier.

*De l'attraction de l'électricité de l'atmosphère par les feuilles.*

Si, en parlant d'une époque où la vie allait commencer, nous avons dû souvent marcher seulement de probabilités en probabilités, on nous accordera toutefois que notre argumentation a eu deux points de départ incontestables, à savoir : 1° que tout le carbone de notre système a été d'abord brûlé et réduit en gaz ; 2° que celui des plantes primitives n'a pu être extrait de l'atmosphère par ces plantes.

*Comment l'eussent-elles fait ? elles n'étaient pas nées.*

De la nécessité d'attribuer à l'atmosphère la force capable d'isoler, à l'état naissant, l'oxygène, l'hydrogène, le carbone et l'azote, etc., il n'y avait plus qu'un pas à faire pour concevoir, par des combinaisons nouvelles entre ces corps revivifiés, la formation de molécules vivantes dans les hautes régions de l'atmosphère d'alors, de même, en définitive, qu'il y en a encore qui habitent celle d'aujourd'hui ; et ce pas, nous avons d'autant moins hésité à le faire, que nos corpuscules avaient une ressemblance frappante avec les molécules organiques de notre illustre naturaliste Buffon. On se rappelle, en effet, qu'il supposait que de pareilles créations avaient préexisté à la vie végétale et à la vie animale, telles qu'on les comprend ordinairement.

Assurément, nous aurions pu tomber plus mal !

Mais pour que ces germes de vie, convenablement groupés et développés, vinssent constituer la vraie vie végétale, il leur fallait, après le retrait des eaux, conformément d'ailleurs au récit de la Genèse, une époque de repos dans le système du globe.

On comprend donc qu'en partant des plus humbles créations végétales, la vie organique s'éleva jusqu'aux plus grands arbres des forêts, étendant de plus en plus ses racines dans le sol qui lui servait d'appui, et ses tiges vers le ciel. Elle s'installa dès lors de manière à

établir une correspondance continue, une incessante communication entre la terre et l'atmosphère. En effet, des expériences, faites avec une grande habileté, prouvent que non-seulement la plante reçoit à la fois de la nourriture du sol où elle est fixée, et de l'air atmosphérique où baignent sa tige et ses organes foliacés, mais de plus que l'alimentation, empruntée à celui-ci, serait encore beaucoup plus riche que celle qui lui arrive du terrain. Chaque végétal est donc, à ce titre, le lieu de rencontre de deux courants nutritifs, l'un ascendant, l'autre descendant.

Examinons si ces phénomènes incontestés ne sont pas escortés par certains faits physiques puissants, et si, tout naturellement, il n'y aurait pas lieu de croire à une importante et curieuse solidarité entre eux.

D'après tout ce que la science a recueilli sur cette époque où apparut, dans toute sa splendeur, la première végétation, il est prouvé que l'atmosphère et le sol étaient plus riches en principes nutritifs, que la température était plus chaude et plus humide, et par suite les orages plus forts et plus fréquents. Toutefois, d'après les manifestations d'électricité telles qu'elles sont encore à notre époque, surtout dans ces riches contrées, l'Inde et l'Amérique, dont nous parlions au chapitre précédent, nous pouvons, jusqu'à un certain point, croire qu'à l'énergie près, les choses se passaient, en végétation, d'une manière semblable à celle dont elles marchent encore à présent.

Or, d'abord il suffit d'avoir assisté à quelques orages pour savoir que si, tantôt le tonnerre et les éclairs nous apparaissent dans les régions des nuages, suivant des directions plus ou moins horizontales, tantôt aussi la foudre s'élance des nues pour venir frapper la terre, et que si encore, au milieu d'une plaine battue par l'orage, s'élève un arbre isolé, c'est sur lui que, de préférence, se dirige le tonnerre, le faisant voler en éclats et frappant aussi l'imprudent qui n'aurait pas craint d'y venir chercher un abri.

Plus l'arbre est élevé et de forme pyramidale et plus il y a de chances pour que l'électricité foudroyante le choisisse comme conducteur jusqu'au sol. On sait d'ailleurs que cette tendance n'est qu'un cas particulier de la propriété dont jouissent les pointes, en général, d'attirer le fluide électrique et sur laquelle est fondée la pratique des paratonnerres et même celle des paragrêles, déjà connue au temps de Charlemagne.

Tout le monde, en outre, a pu lire, dans les récits des voyageurs, les apparitions si fréquentes du feu Saint-Elme à la pointe des mâts des vaisseaux et les désastres causés à bord par la foudre, surtout avant l'usage des paratonnerres. Que de fois encore n'est-elle pas tombée, en terre ferme, sur les clochers pointus des églises et sur d'autres bâtiments terminés de la même manière ! Un savant allemand trouvait, en 1785, qu'en 33 ans la foudre avait, à sa connaissance, fracassé 386 clochers et tué 128 sonneurs.

Mais pour que l'électricité soit ainsi attirée, il n'est pas nécessaire que les corps pointus aient une aussi grande hauteur ; nous en fournirons des preuves tout-à-l'heure. En outre, en

remontant les temps historiques, on recueille des faits qui tendent à prouver que les influences électriques, en général, s'y faisaient sentir avec plus d'intensité qu'à présent.

Ainsi, par exemple, n'est-on pas frappé, en lisant Homère, de la multiplicité des scènes où, dans la vie de ses héros, il fait intervenir Jupiter tonnant? Sans doute, il convient ici d'accorder une grande latitude à ses licences poétiques; mais on connaît Homère pour si scrupuleusement exact dans ses descriptions géographiques et techniques, qu'il paraît peu probable qu'en s'adressant au peuple grec doué d'un tact si fin, il aurait osé multiplier jusqu'à l'invraisemblance les roulements du tonnerre qui figurent si souvent dans ses récits.

L'antiquité nous signale une multitude de circonstances où la foudre a sévi contre des personnages marquants. *Salmonée,* Campanée, Romulus, Encelade, Typhon, Ajax, Esculape, Philante, Lycaon, etc., sont, au dire des poètes, morts sous les coups de ce terrible agent, et, suivant les historiens, Tullus Hostilius et l'empereur Anastase eurent le même sort que faillit partager Auguste. Il en fut de même de ces nombreux soldats de Xercès tués, quand ils campaient au pied du mont Ida, et, suivant Pausanias, des guerriers de Lacédémone foudroyés dans la guerre contre les Thébains; tandis qu'à présent les orages ont peu d'importance dans l'Attique et le Péloponèse.

Enfin, dans une partie de l'Italie, les tours étaient si fréquemment détruites par le tonnerre que, suivant Pline, on finit par renoncer à les reconstruire.

Quant à l'action des pointes sur l'électricité atmosphérique, même à une faible hauteur, les anciens nous en rapportent encore des cas très-nombreux.

Ctésias dit qu'Artaxercès fit devant lui, à ses risques et périls, une expérience qui consistait à écarter la foudre à l'aide d'une épée plantée en terre. Aujourd'hui, les risques et périls d'une pareille précaution ne feraient peur à personne.

César raconte que, pendant une certaine nuit orageuse d'Afrique, les fers des javelots des soldats de la cinquième légion paraissaient tout en feu.

D'après Sénèque, autre personnage éminemment sérieux, une étoile alla se poser, à Syracuse, sur la lance d'un certain Gilippe.

Suivant Tite-Live, le javelot dont Lucius arma son fils jeta des flammes pendant plus de deux heures, et, s'il faut en croire Procope, la lance de Bélisaire offrit le même phénomène pendant la guerre contre les Vandales.

Pour en finir avec l'antiquité, nous ajouterons que Plutarque fait mention d'observations du même genre recueillies en Sicile et en Sardaigne.

A des époques plus rapprochées, nous retrouvons des effets semblables.

Ainsi, au 21 décembre 1601, suivant Morison, le ciel étant sillonné par des éclairs sans tonnerre, les cavaliers, en sentinelle au siége de Kingston, voyaient brûler des lampes à la pointe de leurs lances et de leurs épées.

Plus récemment, le 25 janvier 1822, après une forte averse de neige, M. de Thiélaw remarqua, sur la route de Freyberg, que les extrémités des branches des arbres étaient lumineuses.

M. Maxerdorf rapporte qu'à la suite d'un orage, le 24 janvier 1824, des brins de paille dont était chargé un chariot, se redressaient et paraissaient tout en feu. Le fouet lui-même du conducteur jetait une vive lumière ; tout cela dura environ dix minutes, le temps qu'il a fallu à un gros nuage noir pour s'éloigner du lieu de la scène.

Un autre fait, des plus significatifs, se lit encore dans le voyage de M. Rozet en Algérie.

Des officiers d'artillerie et du génie se promenaient, un soir, sur la terrasse du fort Bab-Azoun, à Alger. Chacun, regardant son voisin, remarqua avec étonnement de petites aigrettes lumineuses aux extrémités de ses cheveux hérissés. Quand ces officiers levaient les mains, des aigrettes apparaissaient au bout de leurs doigts.

On pourrait multiplier beaucoup ces citations ; mais il nous semble superflu d'insister davantage sur l'authenticité des circonstances infiniment nombreuses où l'électricité atmosphérique est soutirée de haut en bas, vers le réservoir commun, par l'action des pointes, en général, et même par celles qui ne s'élèvent qu'à une faible hauteur au-dessus du sol.

Si, d'après tout ce que nous venons de dire, il reste bien prouvé que les pointes placées à la surface de la terre attirent l'électricité atmosphérique, de la même manière qu'une pointe quelconque soutire le fluide d'une machine électrique ou d'un plateau métallique électrisé, pourquoi donc les arbres, ou pour mieux dire tous les végétaux, qui présentent à la fois une matière conductrice et des pointes par leurs extrémités plus ou moins déliées, ne pourraient-ils pas appeler à eux le fluide électrique de l'atmosphère, et cela d'autant plus qu'ils ont une forme plus élancée et plus pyramidale et des feuilles plus allongées et plus aiguës ?

Il en résulte ce fait important : c'est qu'à mesure que la première végétation a pris, de plus en plus, possession de sa conquête, non-seulement elle en a modifié la surface qu'elle labourait avec ses innombrables racines, qu'elle recouvrait d'humus et imbibait d'une fraîcheur humide et fécondante, mais encore elle a établi des relations électriques entre les couches atmosphériques et la surface du sol. Nous croyons devoir insister vivement sur ce résultat.

En effet, si les paratonnerres, tels qu'on les confectionne aujourd'hui, ont définitivement la puissance qu'on leur accorde d'arracher la matière fulminante aux nuées orageuses et, en les dépouillant peu à peu, d'introduire silencieusement celle-ci, par l'intermédiaire du conducteur, jusque dans les entrailles de la terre ; s'il en est ainsi, disons-nous, quels effets généraux semblables n'ont pas dû produire ces innombrables paratonnerres naturels dont la vie végétale, en apparence inerte, a su armer une partie de la surface du globe contre les excès de l'épouvantable atmosphère des temps primitifs ! Son apparition était donc le signal et une des causes déterminantes de la période de repos qu'il lui fallait pour achever de consolider son empire ; car, de plus en plus, la foudre, soutirée en détail, était, pour ainsi dire, domptée et régularisée sous l'administration paisible de ces premiers habitants de la terre, les végétaux.

Parmi toutes ces plantes, figuraient en première ligne les grands arbres des forêts, et ils y figurent encore aujourd'hui, attestant fréquemment des traces du passage de la foudre; car, indépendamment des coups de tonnerre qui frappent çà et là des arbres isolés, on a pu retrouver encore, sur et dans les tiges des arbres vivants en massifs, de nombreux indices de la route que s'y est frayée l'électricité. Quand on s'est adonné à cette étude, on reconnaît parfaitement les sillons qu'elle a laissés sur l'écorce des arbres, et quand les tiges de ces grands végétaux ont été abattues et débitées en planches et en madriers, on y constate fréquemment des marques qu'Arago, difficile à convaincre, n'a pas hésité toutefois à regarder aussi comme des traînées électriques.

Un préjugé antique aurait voulu, à l'égard de l'arbre d'Apollon, poser une exception à cette règle générale; mais des preuves irrécusables ont constaté que des lauriers avaient été foudroyés. On en avait dit autant pour le pin, le hêtre, le bouleau, et tout cela a été ensuite démenti par l'expérience.

Si maintenant, des végétaux géants, nous descendons jusqu'aux plus humbles plantes, nous pourrons citer des faits à l'appui des communications électriques entre elles et les couches d'air qui les environnent.

Ainsi, par exemple, d'après le savant et consciencieux Duhamel-Dumonceau, les éclairs sans tonnerre, sans vent et sans pluie ont la propriété de rompre les épis d'avoine. Les fermiers connaissent ces effets; ils disent que les éclairs abattent les avoines; et ce phénomène, le même savant l'a constaté, le 3 septembre 1771, au château de Denainviller, près Pithiviers. Dans la nuit, vers le matin, il éclaira beaucoup : au jour, on trouva les épis mûrs rompus au premier nœud; les épis verts étaient seuls restés sur pied.

Le même auteur dit encore que les éclairs font couler le blé noir.

Pour que de pareils effets aient lieu, il faut que les plantes basses aient soutiré de l'électricité atmosphérique, dont la surabondance était dénoncée par les éclairs; et si les épis verts sont seuls restés intacts, ils l'ont dû probablement à l'humidité dont ils étaient pénétrés. Cette humidité aura servi de conducteur silencieux, et permis le passage du fluide sans secousse désorganisatrice.

On est ainsi amené à comprendre toute l'influence de la culture et de la sylviculture sur l'état climatérique d'un pays, et les conséquences fâcheuses des déboisements. Un auteur vient de chercher à prouver, au contraire, que les forêts, loin de diminuer les orages, en augmentent le nombre et l'intensité. Si l'on se bornait à dire que souvent les nuées orageuses semblent se fixer sur une forêt, surtout en pays de montagnes, et que sur ces points le tonnerre tombe fréquemment, on aurait raison; car, attirant le fluide, les arbres en déterminent la chute vers la terre; et si l'amas de nuages est considérable et très-chargé d'électricité, la forêt entière ne peut pas toujours suffire à soutirer toute celle-ci en détail et sans bruit : alors, en effet, de violents coups de tonnerre se font entendre; mais du moins ces coups ne sont que des exceptions, et la plus grande partie du fluide s'est écoulée en détail sur chaque arbre et

sans être aperçue, c'est-à-dire que les dangers de nombreux désastres ont été ainsi diminués. C'est, du reste, ce que des rapports officiels ont prouvé par les sinistres plus fréquents dus aux orages, dans les pays où de grandes masses de forêts ont disparu par les défrichements.

Tout bien considéré, notre opinion au sujet de l'action des pointes végétales sur l'électricité atmosphérique nous semble motivée; et en soutirant ainsi le fluide, ces plantes déterminent un nombre incalculable de communications entre elles et l'atmosphère, lesquelles, vu leur nombre infini et, par conséquent, leur faible intensité individuelle, en temps ordinaire, ne sauraient désorganiser les tissus.

## § II.

### *De l'attraction de l'électricité terrestre par les racines des plantes.*

C'est maintenant le lieu de se demander si l'action des pointes dont sont armés les végétaux se borne à y introduire du fluide atmosphérique; car, jusqu'ici, nous ne nous sommes encore inquiété que des pointes en l'air, et nous n'avons pas dit un mot de l'influence que peuvent exercer les pointes végétales souterraines. Nous voulons parler de celles des radicelles.

Or, les pointes qui terminent les spongioles de celles-ci sont d'une ténuité extrême; elles sont dans un sol humide et bon conducteur : pourquoi donc n'attireraient-elles pas aussi en silence le fluide électrique terrestre, qui s'élancerait ainsi, à travers les plantes, jusqu'à leurs feuilles et de là dans l'atmosphère? L'analogie nous l'indique, et l'on aurait de la peine à comprendre qu'il n'en fût pas ainsi. Au surplus, de nombreuses observations viennent à l'appui de cette supposition.

En effet, s'il est vrai que l'expérience ait fait voir que souvent des décharges électriques s'échappent de bas en haut des nuages orageux, elle a fait connaître aussi que, de ces mêmes nuées, s'échappent des éclairs et des tonnerres vers les régions plus élevées, et en outre (ce qui est plus important au sujet de l'action des racines), la science a enregistré un grand nombre de faits établissant la réalité d'émissions de fluide électrique qui, partant du sol, s'élèvent dans l'air et présentent les mêmes signes caractéristiques que celles qui descendent de l'atmosphère.

Ici, c'est une femme qui tombe vivement à terre, frappée, sous la plante du pied, par une violente décharge électrique qui n'est accompagnée ni d'éclair, ni de tonnerre; là, c'est un autre coup qui tue raide un mouton d'une manière semblable. Ailleurs, un tombereau est fracassé par le tonnerre, qui laisse des traces de son passage ascensionnel par deux trous circulaires dans le sol, précisément au point de tangence des roues, dont les bandes de fer sont fondues à

ces mêmes points seulement. Ces effets indiquent un coup ascendant qui d'ailleurs a enlevé et renversé ce tombereau ; le poil des chevaux avait été brûlé aux jambes et sous le ventre.

Ailleurs encore, en Italie, pendant un orage, près du château de Fesdinovo, où Maffeï était allé chercher un abri, ce savant vit dans le salon, pendant qu'il tombait, au dehors, une pluie torrentielle, un feu très-vif et d'une lumière en partie blanche et en partie bleuâtre, s'élever du pavé. Ce feu semblait fort agité et il se dissipa, après avoir acquis un grand volume.

En Italie encore, l'abbé Girolama aperçut, près de Venise et à deux coudées de terre, une flamme d'une vivacité extrême s'élever et disparaître. Immédiatement après, on entendit un bruit épouvantable.

Dans l'église de Saint-Michel, à Dijon, l'abbé Richard a observé, entre deux piliers de la grande nef, une flamme d'un rouge assez ardent qui se soutenait en l'air, à un mètre du pavé de l'église. Cette flamme s'éleva ensuite à 3 mètres environ, en augmentant de volume, et continua de s'élever encore jusqu'à la hauteur du buffet de l'orgue. En se dilatant, elle finit par un bruit semblable à celui d'un coup de canon qu'on aurait tiré dans l'église même.

Une autre fois, on a signalé des flammes qui se sont développées au milieu des eaux et en ont jailli.

D'autres observateurs exercés et dignes de foi ont constaté des éclairs ascendants vers les nuages et des tonnerres en forme de boule cheminant de bas en haut.

Après avoir rapporté un grand nombre de ces faits, Arago déclare qu'il croit *sans réserve* aux tonnerres ascendants.

Or, si les courants électriques, qui, partant de la terre, s'élèvent dans l'atmosphère, sont admis, n'est-il pas très-rationnel de penser que cette électricité terrestre ne peut trouver de meilleurs conducteurs, pour sortir du sol, que les pointes aiguës des radicelles des plantes, et qu'ainsi introduite dans les tiges, elle en sort par les feuilles pour s'élancer dans les milieux aériens ?

Tout nous porte donc à croire encore que des correspondances sans nombre sont établies, de bas en haut, entre l'atmosphère et la terre, agissant dans le même sens que la sève ascendante, de même que les courants puisés dans l'atmosphère suivent la même direction que la sève descendante.

## § III.

### *Des rapports entre les accroissements des végétaux et les influences électriques que les plantes subissent.*

Le parallélisme entre le système des courants ascendants et descendants de la sève qui servent à la nutrition des plantes, et celui des transports électriques qui, selon nous, s'é-

chappant de la terre et de l'atmosphère, traversent ces mêmes plantes, nous semblent comme un puissant indice de rapports entre ces actions simultanées.

Mais avant de pénétrer dans ces relations que nous croyons devoir être intimes, peut-être est-il convenable de nous rassurer encore une fois sur les suites du passage de ce terrible agent à travers les tissus végétaux, souvent si frêles, surtout dans leur toute première jeunesse.

Assurément, si les doses du fluide, introduites dans des organes si délicats, avaient, sur un point quelconque, une certaine intensité, elles feraient sur eux le même effet que la foudre sur les arbres de nos forêts ; ils ne sauraient y résister. Mais, heureusement, de pareils accidents ne doivent être que de rares exceptions, et l'humidité du sol, celle du végétal, conjointement avec la subdivision à l'infini de l'électricité totale de la surface terrestre et de l'atmosphère en courants infiniment faibles à travers une multitude innombrable de milliards de plantes, toutes ces causes, disons-nous, sont là pour concourir, au moins, à rendre ces passages silencieux et inoffensifs.

Aussi, en s'appuyant sur ces données, on peut, jusqu'à un certain point, prévoir les époques probables de l'année où il y aura le plus de sinistres causés à l'agriculture par les orages. On doit penser que ce sont celles où la terre est dépouillée de verdure. Ainsi, par exemple, il tonne en janvier et en février, malgré l'abaissement de la température ; en mars et avril, quand la terre commence à se couvrir de verdure, il tonne encore ; mais en mai, quand la terre est entièrement recouverte, c'est une chose rare qu'un orage, et c'est le mois de l'année où il y a le moins d'indemnités à accorder, en France, aux cultivateurs pour les sinistres causés par la grêle : les registres des contributions en font foi. Mais il n'en est déjà plus de même dans la dernière moitié du mois de juin, quand la fenaison s'achève ; car alors, d'une part, toute l'eau emmagasinée dans les herbages s'est évaporée dans l'atmosphère, augmentant ainsi la masse des nuages ; et, de l'autre, le soleil frappe directement le terrain, qui n'est plus suffisamment protégé contre ses rayons, et lui livre, sous forme de vapeurs négatives, l'eau qu'il cachait au-dessous de sa surface. Les nuages négatifs qui en résultent, entrant en lutte avec les nuages positifs de l'atmosphère supérieure, y donnent lieu à de violents orages ; et puis, la terre mise à nu permet à l'électricité terrestre de s'échapper, par sauts brusques et en masse, vers les régions des nuages et ajoute aux bruyants météores parfois désastreux et qui sont le prélude de pluies qui rendent, en tout ou en partie, l'humidité nécessaire à la seconde végétation des prairies. Pendant ce temps, d'ailleurs, les céréales continuent à mieux défendre le sol contre la chaleur toujours croissante, et l'équilibre est plus ou moins rétabli jusqu'à la fin de juillet, où les blés tombent sous la faucille, et où, jusqu'en septembre, des plaines immenses sont mises à nu. C'est alors la vraie saison des orages, qui se font plus fréquents et plus redoutables à mesure que les relations régulières et paisibles entre l'air et la terre sont rompues par l'abattage des grains, et quoique souvent la température soit moins chaude qu'en juillet.

On comprend, en effet, que les millions de conduits secrets, par où s'échappaient les surcharges électriques, ayant disparu, les mêmes effets qui se sont manifestés, en juin, se renouvellent plus intenses et plus redoutables, jusqu'après les tempêtes de l'équinoxe d'automne.

Aux observations que nous venons d'émettre pour appuyer nos soupçons sur les relations qui existeraient entre les courants électriques et ceux de la sève et, par conséquent, avec la nutrition végétale, nous pouvons en ajouter d'autres beaucoup plus directes.

Pour vérifier cette concordance, nous ferons ici un raisonnement fort simple :

Si, en effet, l'électricité introduite dans les végétaux aide à leurs développements, il est hors de doute que ceux qui, par leur structure, sont disposés de manière à attirer le plus d'électricité possible, doivent être aussi ceux dont la croissance marche le plus vite.

Donc, toutes choses égales d'ailleurs :

1° Eu égard au fluide électrique de l'air et d'après ce qu'on sait des pointes, les plantes qui en présenteront le plus, soit par leurs cimes et leurs feuilles, soit par leurs feuilles seulement, devront se distinguer par les développements les plus rapides.

2° Plus l'atmosphère sera chargée d'électricité, et plus aussi la végétation se trouvera surexcitée.

Et maintenant, eu égard au fluide du sol :

3° Plus les racines seront nombreuses, ramifiées et aiguës à leurs extrémités, et plus les végétaux auxquels elles appartiennent prospéreront.

4° Plus le sol sera bon conducteur, plus il y aura d'électricité terrestre communiquée aux plantes, et plus elles prospéront encore.

Or, relativement à la première condition, quand on jette les yeux sur les plantes des régions intertropicales, où, plus qu'ailleurs, l'électricité est en jeu et la végétation luxuriante, on ne peut s'empêcher d'être frappé du nombre prodigieux de pointes dont elles sont armées. On dirait presque que la végétation s'y avance si vite qu'elle n'a que le temps nécessaire pour s'accroître en longueur. Ainsi donc déjà, dans ces régions, la multiplicité des pointes coïncide avec une activité électrique et une vigueur végétative exceptionnelles.

D'ailleurs, sans sortir de notre vieille Europe, quels sont, toutes choses égales, les végétaux qui y croissent le plus vite? Ne sont-ce pas les arbres verts? Mais aussi ces derniers ont une forme pyramidale très-prononcée et une infinité de feuilles tellement linéaires qu'on les a nommées des aiguilles. Après eux, viennent en ligne, sous le rapport d'une croissance rapide, la famille des peupliers, et les bouleaux, qui se distinguent, soit par une tige élancée et en pointe, soit par des feuilles aiguës et nombreuses, les châtaigniers, les acacias et bien d'autres à feuilles pointues, nombreuses et souvent, outre cela, recouvertes, à leur cuticule inférieure, d'une multitude infinie de poils dont l'excessive finesse à la pointe ne peut manquer d'attirer vivement l'électricité de l'air ambiant.

La première condition que nous nous sommes posée nous paraît donc remplie.

Quant à la question de savoir quelle est la constitution de l'atmosphère la plus favorable à la végétation, tous les cultivateurs répondent qu'aux étés orageux correspondent les années de fertilité, et les résultats généraux d'une antique expérience ont autant de valeur, assurément, que des données recueillies à la suite de quelques recherches très-savantes peut-être, mais qui ont trop souvent lieu dans des circonstances peu nombreuses ou qui changent l'état normal des végétaux qui leur ont été soumis.

Si maintenant nous portons notre attention sur les racines, nous remarquerons que presque tous les arbres, à croissance rapide, que nous avons signalés tout-à-l'heure, ont des racines nombreuses, traçantes, déliées et terminées par des pointes très-fines qu'elles présentent au fluide du sol pour l'attirer.

Enfin, relativement à la quatrième condition, on remarquera que, plus le sol sera riche en corps bons conducteurs, plus il sera disposé à livrer aux spongioles le fluide électrique qu'il tient emmagasiné. Or, l'humus est un bon conducteur; donc, plus le dépôt à la surface du sol en sera abondant, et plus aussi la force végétative s'en trouvera surexcitée, surtout si, en outre, cet humus est pénétré d'une humidité qui permettra l'écoulement de l'électricité sans secousse et sans bruit, de manière à ne causer aucune lésion aux fibres traversées par elle. Les faits répondent donc encore à la quatrième condition.

Il semble indiqué par ces signes extérieurs que, loin de contrarier les progrès des plantes, l'introduction de l'électricité terrestre et aérienne coïncide avec les exigences de la vie végétale.

A ces considérations, ajoutons encore quelques rapprochements entre les divers états de la végétation, selon l'heure du jour, la saison, la latitude et les quantités probables de fluide électrique transmises par les végétaux, selon leurs dispositions plus ou moins favorables pour attirer cette électricité.

Pendant le jour, les réactions électriques sont plus sensibles que la nuit; aussi les plantes s'y développent davantage.

En été et en hiver, des effets notables se manifestent plus nettement encore. Dans les climats comme celui de la France, les arbres verts donnent, à peu près seuls, des signes d'accroissement. Il est inutile de dire que c'est aux pointes dont ils sont hérissés que nous attribuons cet accroissement; car ils sont constitués de manière à profiter des faibles échanges électriques entre la terre et l'atmosphère, malgré l'abaissement de la température.

Enfin, quant à la latitude, si nous savons déjà que, dans les pays intertropicaux où, chaque jour, une oreille attentive pourrait entendre les roulements du tonnerre et où en même temps la végétation est si puissante et si armée de pointes qui soutirent l'électricité, par contre, dans les contrées polaires, où la foudre fait à peine acte de présence, les derniers arbres qui y croissent encore sont les arbres verts et les bouleaux, tous terminés par des

extrémités grêles, nombreuses et pointues par lesquelles entrent ou sortent de faibles courants qu'échangent entre eux un sol ingrat et une triste et froide atmosphère.

Assurément, tous les rapprochements que nous venons d'émettre nous semblent bien de nature à nous encourager dans nos soupçons sur l'heureuse influence, dans l'acte de la nutrition des plantes, de la part des courants électriques que nous voulons admettre à travers les plantes.

Il nous faut encore quelque chose de plus pour acquérir une conviction complète, et, pour y parvenir, nous tâcherons de démontrer la manière dont, au milieu des tuniques végétales et de ces mêmes courants, s'accomplissent les phénomènes de la nutrition des végétaux.

Or, pour cela, nous allons nous occuper d'abord de l'ascension de la sève.

---

## CHAPITRE XV.

### DE L'ASCENSION DE LA SÈVE ET DE LA CAUSE PRINCIPALE A LAQUELLE IL FAUT L'ATTRIBUER.

La question de l'ascension de la sève a vivement préoccupé les naturalistes, depuis qu'on s'est appliqué à l'étude de la physiologie végétale, et a donné lieu à diverses hypothèses. Attribuée d'abord à la capillarité seule et à l'évaporation qui se fait aux parties vertes des végétaux, elle a encore reçu d'autres explications.

Dutrochet a voulu y voir un fait d'endosmose, aidé seulement par la capillarité et l'évaporation. L'endosmose, comme on sait, consiste en une action qui se produit, quand une mince cloison, comme la peau d'une vessie, ou une membrane végétale, sépare, dans le même récipient, deux liquides de densités différentes, et au travers de laquelle s'opère, entre les deux liquides, un échange tel que c'est le liquide le moins dense qui, passant en plus grande quantité du côté opposé de cette cloison, y élève le niveau du liquide plus que de l'autre. Si donc une cellule végétale se trouve en contact, aux spongioles, avec l'eau du terrain, cette eau y pénétrera en certaine quantité, et son mélange avec le liquide cellulaire sera moins dense que celui de la cellule supérieure. L'échange qui aura lieu entre ces deux liquides déterminera donc, dans la deuxième cellule, l'ascension d'une plus grande quantité du fluide de la première que cette seconde n'en cédera, et, de proche en proche, les choses marchant ainsi, la sève montera jusqu'aux parties supérieures du végétal.

L'école française a accueilli avec faveur cette explication, et cependant cette théorie a été attaquée ailleurs, et une objection qui semble une des plus sérieuses qu'on lui ait faites, c'est que l'ascension de la sève, ainsi comprise, devrait continuer encore après la mort du végétal, puisqu'elle ne serait que le résultat d'une action toute physique que l'on est fort disposé, de nos jours, à attribuer à l'électricité.

Si, par exemple, on vient à empoisonner la plante au moyen d'un toxique, sans pour cela changer sensiblement le rapport de densité entre la sève et le liquide renfermé dans les cellules, la sève cessera de monter, et cependant la force endosmique sera toujours là ; si donc cette force était la seule cause déterminante de l'ascension de la sève, cette dernière, comme l'observe M. Decandolle fils, avec plusieurs autres physiologistes, devrait

continuer après la mort. Or, il n'en est pas ainsi, et cette théorie se trouve, suivant lui, assez gravement compromise pour qu'on soit forcé de recourir à l'aide mystérieux de la force vitale.

Or, d'après ce que nous avons dit au sujet des mouvements de systole et de diastole que nous attribuons à l'enveloppe de la cellule végétale, ou, autrement dit, à une manifestation de sa force vitale, l'ascension de la sève s'explique sans effort; car, cette force admise, chaque cellule végétale peut et doit être considérée comme une petite pompe aspirante et foulante qui, attirant la sève inférieure, la transmet aux cellules supérieures, et la pousse aussi, de bas en haut, dans les espaces intra-cellulaires, comme le pensait Decandolle père : la sève, ainsi extraite du terrain humide, peut donc atteindre jusqu'au sommet des arbres les plus élevés.

Toutefois, cette action a lieu avec tant d'énergie et de vitesse, qu'il est probable que les expansions et les contractions successives des cellules ne suffiraient pas à la produire; aussi compte-t-on la capillarité et l'évaporation aux feuilles comme ses puissants auxiliaires.

Nous avons dans le temps, dans les Mémoires de la Société royale des Sciences, Lettres et Arts de Nancy, attiré, à ce sujet, l'attention sur un autre effet que détermine, au milieu des tissus végétaux, la lumière solaire. En effet, cette lumière y met en liberté une multitude de bulles de gaz qui étaient enfermées dans les liquides séveux et dont l'émission exerce une pression de l'intérieur à l'extérieur, un gonflement tel qu'une partie de ces liquides est forcée de s'échapper, en suivant, vers les feuilles, le courant ascensionnel déjà déterminé, selon nous, par la force vitale d'aspiration des organes élémentaires.

Nous avons même fait, à ce sujet, une expérience qui prouve l'énergie de cette expansion. Ayant placé, dans une fiole, une certaine quantité de conferves qui la remplissaient presque entièrement, nous y avons ensuite versé la quantité d'eau nécessaire pour que le niveau du liquide montât jusqu'au bouchon traversé par un tube et luté avec soin. Cet appareil, exposé au soleil, n'a pas tardé à laisser voir de nombreuses bulles au milieu des conferves, et en très-peu de temps l'eau, montant dans le tube jusqu'à son extrémité, s'est déversée en dehors. On ne saurait douter que des effets semblables n'aient lieu dans les plantes, en venant ainsi en aide à l'ascension de la sève.

Toutefois, même en tenant compte de toutes les causes invoquées pour expliquer cette ascension, il nous semble encore difficile d'en indiquer, d'une manière satisfaisante, toute la vitesse et toute l'énergie, et nous croyons qu'il y a lieu de faire appel à un autre agent dont l'énergie transportante soit incontestable; il est évident que nous voulons parler ici de l'électricité. Mais, pour nous rendre compte d'une manière rationnelle de cette action, il est indispensable d'examiner avec soin si les recherches toutes modernes sur l'état électrique des végétaux et dues à des hommes dont l'opinion est d'une grande autorité dans la science, peuvent s'accorder avec l'hypothèse de deux courants électriques parallèles et opposés, à travers les végétaux.

## CHAPITRE XVI.

### DE LA MANIÈRE DONT L'ÉLECTRICITÉ EXERCERAIT SON INTERVENTION DANS L'ORGANISME DES PLANTES.

### § Ier.

*Analyse succincte des recherches modernes sur l'électricité dans les végétaux.*

Pour appuyer notre hypothèse des deux électricités différentes puisées par les plantes dans l'atmosphère et dans la terre, nous avons invoqué des résultats généraux d'expérience acquis à la suite des temps. Maintenant, demandons-nous si, dans l'état où se trouve la science moderne relativement au rôle de l'électricité dans les végétaux, cette hypothèse doit trouver des chances pour être bien accueillie. A ce propos, nous nous empresserons de mentionner les quelques lignes suivantes qui terminent le dernier volume du *Traité d'électricité,* publié tout récemment par M. Delarive, dont l'opinion est ici d'un grand poids. Il s'agit de l'influence que l'électricité peut exercer sur la végétation :

« ..... Toutefois, sans nous exagérer cette part, ne se pourrait-il pas que *les végétaux fussent l'un des canaux par lesquels s'opère la neutralisation régulière et constante de l'électricité négative dont le globe terrestre est constamment chargé, avec la positive que les vapeurs de la mer apportent dans l'atmosphère. Or, cette neutralisation, qui aurait lieu à travers les parties humides des plantes, devrait y exercer une action chimique*..... etc. »

Il est pour ainsi dire inutile de faire remarquer l'extrême ressemblance qui existe entre les présomptions de M. Delarive et les idées que nous avons déjà publiées, il y quelques mois, à ce sujet, dans le journal hebdomadaire l'*Ami des Sciences*. Toutefois, on ne pourra pas nous accuser, à cet égard, de plagiat envers cet auteur célèbre, dont l'article précité n'a vu le jour qu'après nos publications. Au reste, nous avons lieu de nous féliciter beaucoup de voir ainsi notre manière de penser sur cette matière appuyée par une pareille autorité.

Un autre savant célèbre par ses recherches sur l'électricité, M. Becquerel père, à la suite des expériences auxquelles il s'est livré sur l'état électrique des végétaux, s'est exprimé, il y a quelques années, de la manière suivante (1) :

(1) *Encyclopédie du* 19e *siècle,* tome XIII, page 276. — 1851.

*Les états électriques différents de la terre et des végétaux donnent lieu de penser qu'en raison de la puissance de la végétation sur les continents et dans les îles, les végétaux doivent exercer une grande influence sur les phénomènes de l'atmosphère.*

En outre, il résume ainsi les résultats particuliers qu'il a obtenus de ses travaux à cet égard :

Les observations faites jusqu'ici sur les effets électriques produits dans les diverses parties des végétaux mettent en évidence les résultats suivants :

1° Production de courants dérivés dans les tiges des végétaux, à l'aide d'aiguilles de platine introduites l'une dans l'écorce, l'autre dans le bois, et dirigés du parenchyme à la moelle.

2° Production de semblables courants, allant du cambium au parenchyme et dirigés en sens inverse des précédents.

3° La sève ou le liquide du parenchyme cortical, tenue pendant quelques instants au contact de l'air, éprouve une modification telle qu'en la mettant de nouveau en contact avec la sève qui se trouve dans le parenchyme de l'écorce, elle devient négative relativement à celle-ci.

4° Production de courants dérivés terrestres par l'intermédiaire des racines, de la moelle et des autres parties de la tige.

5° La direction des courants terrestres montre que, dans l'acte de la végétation, la terre prend constamment un excès d'électricité positive, le parenchyme de l'écorce des feuilles, un excès d'électricité négative, lequel est transmis à l'air par l'eau exhalée.

6° La distribution de la sève ascendante et de la sève du parenchyme porte à croire *qu'il circule continuellement dans les végétaux des courants dirigés de la moelle à l'écorce, en passant par les racines et par la terre,* et peut-être sans passer par ces deux intermédiaires.

Ces conclusions sont à peu près conformes à celles que M. Wartmann a tirées de ses propres expériences.

Les faits annoncés par ces savants ont évidemment plus d'un point de contact avec les idées que nous avons avancées. Examinons à présent s'il ne serait pas possible de faire coïncider complètement les uns et les autres.

Prenons pour cela le végétal *ab ovo*, c'est-à-dire au moment où l'on sème la graine :

Cette graine n'est encore pourvue ni de racines, ni de feuilles ; et cependant elle est animée d'une force vitale qui était cachée en elle et que mettent en évidence les circonstances de nutrition et de température où l'on vient de la placer ; car, pénétrée par l'humidité du sol, et à l'aide d'une température convenable, elle parvient, au moyen des aliments primordiaux qu'elle renferme dans son sein, à développer ses premières feuilles et ses premières racines. Sa croissance ultérieure est dès lors assurée ; car pouvant pomper dans le sol la sève ascendante, celle-ci s'élabore définitivement aux organes foliacés.

Ainsi donc, une fois que la germination est achevée (et les savants dont nous venons de

parler n'ont expérimenté qu'après cette époque), la plante attire de plus en plus l'humidité du terrain et les principes plus ou moins nourriciers qu'il renferme.

Cela posé, remarquons, avant tout, qu'ainsi que le dit encore M. Becquerel, les phénomènes électriques, dans les végétaux, sont fort complexes. Il faut donc voir si cette complication ne serait pas attribuable à plusieurs causes attenant spécialement à l'organisation végétale, causes qu'il serait indispensable d'apprécier séparément.

Nous avons déjà admis que les plantes devaient attirer l'électricité, soit de la terre, soit de l'atmosphère, par les pointes nombreuses dont elles sont armées. Et en effet, la propriété dont jouissent les pointes d'attirer l'électricité est une des bases les mieux établies de la doctrine électrique. Pourquoi donc n'exerceraient-elles pas leur influence dans les plantes comme ailleurs? Il semble impossible qu'il en soit autrement, et une pareille anomalie ne saurait s'appuyer sur aucun motif sérieux.

Supposons qu'il s'agisse ici d'une plante ligneuse dont l'écorce soit encore verte et turgide.

Si l'électricité du sol est soutirée par les pointes radicellaires, quelles routes doit-elle naturellement prendre, en suivant ces nombreux conducteurs?

Or, en premier lieu, n'est-il pas encore prouvé que ce fluide se tient et circule à la surface des corps? Et n'est-il pas tout naturel d'en conclure qu'une partie, du moins, de celui qui est soutiré du sol par les radicelles, appelé par les pointes de la cuticule radicellaire, devra y suivre son chemin et s'y répandre, et de là sur la cuticule verte extérieure du végétal? Et comme l'électricité terrestre est négative, les parties vertes seront chargées de l'électricité négative, et, vu les pertes que cette électricité devra subir en s'élevant de plus en plus, il en résultera que l'état négatif devra être plus prononcé aux parties inférieures de la cuticule. Cette première conséquence de notre hypothèse s'accorde déjà bien avec les expériences de MM. Becquerel et Wartmann. Voilà pour l'extérieur des organes verts, relativement à l'électricité qu'ils affectent sous l'influence, selon nous, de l'absorption de l'électricité terrestre par les pointes des radicelles.

Examinons maintenant ce qui doit résulter de l'attraction de l'électricité atmosphérique par les pointes en l'air des parties vertes, c'est-à-dire des poils, des dents spinescentes, des épines, des vrilles, etc., placées à la surface des tiges et des feuilles.

L'expérience a prouvé que, par un temps serein qu'on peut considérer comme un état normal de l'atmosphère, cette dernière annonce une électricité positive. Quand donc toutes les pointes des organes verts attireront le fluide électrique, c'est de l'électricité positive qu'elles lui soutireront, et cette électricité devra suivre, en descendant, l'épiderme de ces organes et, par conséquent, y rencontrer la négative qui, passant à la surface des radicelles, s'est répandue en montant, comme nous le disions tout-à-l'heure, sur ce même épiderme : il devra résulter, de la rencontre de ces deux courants contraires, une notable neutralisation des deux électricités, c'est-à-dire une recomposition du fluide naturel.

Cette recomposition ne serait-elle pas la principale cause qui rend, dans les végétaux et à la cuticule que nous considérons aujourd'hui, les manifestations électriques peu intenses ? Cette électricité pourrait souvent être nulle, si une circonstance particulière ne venait pas corroborer l'état négatif. En effet, le terrain est à l'état négatif, et l'eau qu'il contient venant en partie à s'échapper en vapeurs, ces dernières sont négatives aussi et les pointes de la cuticule absorbent nécessairement une partie de cette électricité, d'autant plus sensible qu'on s'élève moins dans l'atmosphère ; nouveau motif pour que les parties vertes extérieures de la plante soient à un état négatif plus prononcé, relativement aux supérieures. Jusqu'ici, nos prévisions concordent avec les faits acquis par l'expérience.

Mais nous n'obtenons encore ainsi de l'électricité qu'à la surface extérieure du végétal, et cependant MM. Becquerel et Wartmann s'accordent à dire que ses parties internes sont positives par rapport aux externes et notamment, eu égard au parenchyme de l'écorce, les couches ligneuses à travers lesquelles passe la sève ascendante. On n'hésiterait pas à attribuer cet état positif à cette sève puisée dans le sol, si celui-ci était chargé aussi d'électricité positive, et l'on sait que c'est malheureusement tout le contraire. Il y a là une contradiction imprévue qui serait de nature à embarrasser singulièrement, si une observation due encore à M. Becquerel ne semblait pas jeter comme une lueur sur la question. Ce savant a reconnu, en effet, que le sol donnait des indications d'électricité positive auprès des spongioles. Or, voici comment nous essaierons d'expliquer cette modification toute locale du sol qui, sans cela, est généralement négatif.

C'est encore dans l'organisation végétale et dans la manière dont fonctionnent les plantes que nous irons chercher cette explication.

Tout le monde, en effet, sait la force avec laquelle le végétal pompe, par les radicelles, l'humidité du terrain qui constitue l'eau de la sève ascendante. Hâles, en effet, a prouvé que dans un pied de vigne, cette puissance équivaut à cinq fois celle qui pousse le sang dans une grosse artère de cheval. Et il faut bien qu'il en soit ainsi ; car l'eau dont est imprégné le sol est divisée en couches plus ou moins minces autour des particules plus ou moins ténues du terrain ; et, pour que la force de succion de la plante parvienne à déterminer, dans cette eau, un courant ascendant, continu et rapide, il est indispensable qu'elle soit, par son énergie, capable de vaincre l'adhésion des molécules aqueuses aux particules du sol, ainsi que la résistance qu'elles ont à rencontrer sur leur route ; résistance d'autant plus sensible que ce sol est plus serré et plus compact.

Les choses se passant de cette manière, un frottement considérable a lieu entre le sol et l'eau aspirée pour la sève, et détermine entre eux des états électriques de signes contraires. Mais le sol est essentiellement négatif ; ainsi, l'eau du terrain, sous l'influence des spongioles, affectera le signe positif : donc le terrain, ou plutôt l'eau du terrain autour des spongioles mises en communication avec un galvanomètre annoncera cet état, et il en sera de même de la sève

BIOLOGICAL LABORATORY LIBRARY

ascendante consultée entre les radicelles et les feuilles. Nous serions donc encore parfaitement en concordance ici avec les résultats pratiques recueillis par MM. Becquerel et Wartmann.

Ne pourrait-on, à l'appui de ce qui vient d'être dit, citer une expérience de M. Becquerel, dans laquelle il a reconnu que l'action de l'eau, pompée par des tubercules de pomme de terre, y détermine des courants, au milieu desquels l'eau acquiert l'électricité positive ? Ne pourrait-on pas, en outre, se rappeler que de l'air mêlé à des globules d'eau, dans une fontaine à compression, s'y trouve tellement électrisé, quand on le laisse sortir par un tuyau étroit muni d'un robinet, qu'il fournit le moyen d'établir des machines électriques d'une puissance extraordinaire?

Un autre effet du même genre se manifeste aussi dans les machines à vapeur : l'eau qui s'échappe de la soupape est fortement électrisée. Cet effet est dû au frottement des globules d'eau, mêlés à la vapeur, contre les parois du cylindre ; plus il y a de pression et de force de projection, plus il y a de frottement et plus l'effet est puissant (1).

L'eau de la sève ascendante est donc positive ; arrivée aux feuilles, une grande partie s'y évapore et la force aspiratrice de ces organes appelle une certaine quantité de l'eau des vapeurs émanées de la terre au milieu desquelles elles baignent, et qui, en temps serein, sont nécessairement négatives (2). Et cette eau dont s'imprégnera le parenchyme constituera l'intérieur de celui-ci à l'état négatif qui a encore été constaté par MM. Becquerel et Wartmann.

Enfin, la sève ascendante, cheminant, par les rayons médullaires, vers l'écorce, y déterminera des courants de fluide positif, tandis que la sève descendante, pénétrant jusqu'à l'aubier par les mêmes rayons, y donnera lieu à des courants de fluide négatif.

Il nous semble que ces explications, d'une simplicité extrême, sont entièrement conformes aux faits recueillis par les physiciens précités et notamment par M. Becquerel (3) ; nous pouvons résumer ainsi ces explications :

1° Électricité négative terrestre, soutirée par les pointes radicellaires et circulant, de bas en haut, à la surface de la plante, en opposition avec l'électricité positive de l'air et l'électricité négative des vapeurs émanées de la terre, ces électricités marchant de haut en bas.

2° Recomposition de fluide naturel, avec excès d'électricité négative.

3° Sève ascendante rendue positive par son frottement contre les particules du terrain et dans les membranes végétales.

4° Sève descendante rendue négative par l'absorption des vapeurs terrestres.

5° Courants horizontaux, de signes contraires, à travers les rayons médullaires ; autre recomposition de fluide naturel.

---

(1) *Encyclopédie des gens du monde*, tome XIII, page 276.
(2) *Idem*, tome XI.
(3) *Idem*, tome XIII, page 276.

Voilà, en dernière analyse, les deux électricités terrestre et atmosphérique qui seraient réunies et conduites à travers des végétaux. Il y a lieu de comprendre d'ailleurs qu'une multitude de circonstances, dues aux variations de l'atmosphère et aux constitutions diverses des tissus végétaux, devront modifier ces résultats, les amoindrir ou les augmenter. Mais, en tout cas, les réactions électriques ayant lieu entre des courants infiniment déliés de fluide et au milieu des liquides séveux, pourront se faire sans danger et avec tout le loisir nécessaire pour ne pas offenser les délicates merveilles de l'architecture et de la vie végétales. Rien ne semble donc s'opposer à ce que les végétaux soient considérés comme des conduits naturels par lesquels s'opère une naturalisation importante et régulière des électricités terrestre et atmosphérique (1).

Si les explications, que nous venons nous permettre d'énoncer, paraissent rationnelles aux hommes spéciaux qui ont le droit de les juger, on voit qu'en concordant avec l'expérience, notre hypothèse des électricités de l'atmosphère et de la terre, soutirées par les pointes végétales, serait complètement admissible.

Enfin, il est évident que les courants, dont nous avons cherché à établir l'existence, se compliquent des réactions électriques dues aux combinaisons chimiques qui s'opèrent dans la vie végétale.

D'après tout ce qui vient d'être dit, nous sommes donc, de plus en plus, porté à admettre que la terre et l'atmosphère représentent les deux éléments d'un couple voltaïque immense, ayant pour conducteurs les membranes végétales. Dans ce couple, la terre est l'élément négatif et les couches successives de l'atmosphére constituent le second élément, d'autant plus positif qu'on l'interroge à une plus grande hauteur.

## § II.

### *De l'action de la lumière solaire et de celle de la cellule sur la vie végétale.*

Qu'on veuille bien nous permettre de rappeler encore ici que nous avons considéré les végétaux comme des conducteurs naturels qui rapprochent, à de très-petites distances, les uns des autres, les courants électriques sortis de la terre et de l'atmosphère. Ces courants, rencontrant les fibres végétales qui s'étendent des racines jusqu'aux extrémités supérieures, se subdivisent sur chacune de ces fibres, en particulier, en autant de petits courants qu'il y a de fibres ou de rangées de cellules, pouvant parcourir, de cette manière, toutes les parties les plus secrètes de la plante.

---

(1) Delarive, *Traité d'électricité*, tome III, page 678.

Chaque végétal, si humble qu'il puisse être, n'en fait pas moins portion intégrante d'un appareil colossal; et si, par la force décomposante de cet appareil, on arrive à admettre qu'absorbé aux stomates, l'acide carbonique de l'air, subissant cette influence, est revivifié par les courants antagonistes des électricités terrestre et atmosphérique, pourquoi donc alors le végétal n'en userait-il pas à son profit? Et pourquoi, en conséquence, ce carbone, déposé au milieu des organes élémentaires, ne pourrait-il pas servir à sa nutrition et, par suite, à ses accroissements?

Au bout du compte, c'est encore ici la même chose que ce que nous avons soupçonné avoir eu lieu, dans l'atmosphère, pour la préparation du carbone nécessaire à l'édification des premières molécules organiques; avec cette différence que le phénomène se passait alors dans le chaos, au milieu des éclats du tonnerre et des éclairs, tandis que, dans les plantes, il est le résultat d'une puissance qui n'agit plus qu'avec ordre, régularité et silence.

Des observations toutes récentes ne viennent-elles pas à l'appui de ces considérations? N'a-t-on pas recueilli, en effet, des aérolithes presque entièrement formés de carbone, et ne vient-on pas de prouver que l'oxygène à *l'état naissant*, l'ozone, existe incessamment dans l'atmosphère; et enfin, en tout temps, suivant Liebig et d'autres chimistes célèbres, ne se produit-il pas, dans cette même atmosphère, de l'acide nitrique, de l'ammoniaque et des nitrates?

Le carbone se trouvera donc, ainsi que nous venons de le dire, livré aux plantes et, par conséquent, si, comme le prouvent des expériences dues à des savants illustres, et qui ont entouré leurs expériences de précautions minutieuses, cette décomposition est surexcitée incontestablement par l'action des rayons solaires, l'oxygène, mis à nu, se trouvant en excès, sera chassé de ces tissus; et, quant à cette influence des rayons solaires, jusqu'ici inexpliquée, ne pourrait-on pas l'attribuer à l'évaporation, provoquée par eux, des vapeurs négatives terrestres, lesquelles détermineraient, en définitive, l'état négatif bien prononcé des parties imprégnées de la sève descendante, tandis que, parallèlement à ce courant, marcherait celui de la sève ascendante positive; et ces courants, réunis aux deux éléments, terre et atmosphère, constitueraient un appareil réducteur.

Ainsi, l'acide carbonique de l'air est absorbé et décomposé, le carbone est fourni à la plante et enfin l'oxygène en excès est rejeté.

Tel est le résultat où nous arrivons sans idée préconçue, et qui se trouve si bien conforme à la théorie, généralement admise par tout le monde. Toutefois, nous ajouterons ceci à cette théorie : Nous croyons d'abord que la décomposition de l'acide carbonique dont la plus grande partie, nous en convenons, doit se produire aux organes verts, a encore lieu, jusqu'à un certain point, dans toutes les portions des plantes traversées par les courants antagonistes verticaux ou horizontaux et dans lesquelles la sève charrie de l'acide carbonique; et de plus cette action déterminée, il est vrai, par l'absorption des sèves dues à l'activité de la force aspirante et

foulante des organes élémentaires, a lieu *dans le végétal et non pas par le végétal;* et, après cela, nous avons cet avantage notable d'éviter le cercle vicieux par où l'on passe, quand on soutient que le carbone de toutes les plantes a été ravi à l'atmosphère par leur propre force vitale, sans s'inquiéter le moins du monde de la manière dont les plantes primitives avaient pu s'y procurer le premier carbone qui constituait leur charpente.

A présent que la décomposition de l'acide carbonique nous semble ainsi constatée dans la plante et non pas, nous le répétons, directement par la plante, il y a lieu, vu la résistance énergique que cet acide oppose aux tentatives de réduction, de croire, à plus forte raison, à la décomposition plus facile d'une partie de l'eau de la sève, par le même appareil voltaïque, c'est-à-dire encore à une mise en liberté d'oxygène et à une quantité correspondante d'hydrogène à l'état naissant.

Mais ce n'est pas encore tout; car le liquide verdâtre élaboré aux feuilles contient (1) une quantité notable de matières azotées, et l'analyse de la sève ascendante n'en indique que de très-faibles quantités. Il faut donc que les sucs descendants aient acquis ces substances par la décomposition de l'eau et du gaz acide carbonique, d'une part, et, de l'autre, par celle de matières azotées fournies à la plante par l'atmosphère, de telle sorte que l'hydrogène, l'oxygène, le carbone et l'azote, mis ainsi en présence à l'état naissant, aient donné lieu aux produits azotés quaternaires de la sève descendante.

Nous avons déjà soupçonné, à propos de la décomposition de l'acide carbonique, que cet effet, surexcité vivement, comme on sait, par les rayons de la lumière solaire, devait être attribué, du moins en partie, aux vapeurs terrestres pompées par la chaleur de ces rayons, ces vapeurs introduisant un excès d'électricité négative aux parties pénétrées par la sève descendante, en opposition au fluide positif de la sève ascendante. Naturellement, il faut en dire autant, à propos des produits azotés dont nous venons de parler et dont les éléments, mis en liberté, fournissent des aliments tout prêts à être absorbés et, comme on dit, *assimilés* par la plante.

Et en effet, n'est-ce pas sous l'influence des vapeurs terrestres, provenant de l'humidité du sol, que se font les plus grands accroissements de végétaux, surtout au printemps? Et si cette humidité, à la suite d'une insolation prolongée, vient à disparaître, les vapeurs terrestres cessant à leur tour de s'élever le long des tiges, il y a un arrêt incontestable dans la végétation, jusqu'à ce que les pluies ordinaires de la fin de juin déterminent, au bout de peu de temps, l'ascension de la sève d'août et l'apparition de nouvelles feuilles.

En troisième lieu, une dernière preuve à l'appui de l'influence que nous attribuons à l'é-

---

(1) D'après M. Payen, le cambium contient une matière résineuse verte, la chromule, de l'amidon, du gluten et de l'albumine végétale.

lectricité négative des vapeurs terrestres, c'est que, si un ciel chargé de nuages vient à atténuer sensiblement l'émanation de ces vapeurs (cet effet se présente surtout la nuit), la décomposition de l'acide carbonique est arrêtée et l'exhalation de ce même gaz prédomine.

Enfin, serait-il donc déraisonnable de penser que l'action des rayons solaires aide à la décomposition des corps brûlés de l'atmosphère, en excitant dans les liquides séveux, aux organes verts, l'apparition incessante et nombreuse de très-petites bulles de gaz qu'elle livrerait ainsi successivement et en quantités infiniment minimes, à la fois, à l'action galvanique décomposante ?

Nous désirerions très-vivement ici nous rendre compte de la manière dont a lieu l'assimilation dont nous venons de parler ; car, jusqu'à présent, ce mystère nous a paru complètement inexpliqué.

Pour chercher à soulever le voile, nous nous reporterons à la constitution intime d'un végétal.

Qu'est-ce, en effet, qu'un végétal ?

Avec le secours du microscope, on sait à n'en pas douter que c'est l'association d'une multitude de cellules ou de vaisseaux dérivés de la cellule ; chacun de ces organes élémentaires est vivant de sa force vitale individuelle, et la vie de l'individu total se compose de la somme de toutes ces existences particulières. Jusqu'ici, en définitive, nous n'avons, dans nos dernières considérations, constaté que des phénomènes physiques. Si la vie végétale ne se composait que de pareilles forces, une plante ne serait qu'un instrument de physique et non un corps organisé. Et comme nous pensons que la vraie vie végétale réside dans la cellule, c'est à elle que nous imputerons certains faits qui l'accompagnent constamment et dont nous avons déjà dit un mot : nous voulons parler de l'acide carbonique que les plantes émettent, indépendamment de l'oxygène, et qui devient de plus en plus sensible, à mesure que la lumière diminue et cesse de donner lieu à une surabondance de l'autre gaz qui sort de leurs parties vertes sous l'influence solaire et qui masque l'acide carbonique qui s'en échappe aussi ; car, même en plein jour, pendant qu'il se dégage du gaz oxygène, des expériences modernes fort précises, et que nous avons citées dans notre premier volume, ne permettent pas de douter que les plantes exhalent aussi de l'acide carbonique ; et la quantité de ce dernier est d'autant plus considérable que l'obscurité se fait davantage ; enfin, pendant la nuit, cette exhalation prédomine assez sur l'émission de l'oxygène, s'il y en a encore, pour que cette dernière soit considérée comme nulle.

Un illustre chimiste allemand a dit que l'émission de l'acide carboniqne par un végétal était étrangère à la vie, et, pour preuve, il a cité des expériences dues à M. de Saussure et qui constatent que des parties arrachées à un végétal, depuis un certain temps, des fruits, par exemple, placés sous une cloche, combinent une partie du carbone qui entre dans leurs tissus avec une certaine quantité de l'oxygène de l'air renfermé sous la cloche. Malgré cette puissante autorité,

nous n'hésiterons pas à nous inscrire contre cette décision ; car précisément nous sommes loin de considérer ces fruits comme complètement morts.

Assurément, il est bien vrai qu'ils ne vivent plus comme végétal ; mais il n'est pas dit pour cela que les organes élémentaires dont ils se composent soient morts ; ainsi, leurs cellules sont encore long-temps turgides et leurs graines conservent bien plus long-temps leur vitalité et leur propriété de germer quand on les sème en terre. On peut citer des faits qui prouvent jusqu'à quel point cette vie persiste, même dans des circonstances évidemment très-défavorables. Ainsi, par exemple, chacune des cellules de l'*Ornithogalum thyrsoïdes* jouit de la propriété, même au milieu des feuilles de papier d'un herbier, où une de ces plantes a été renfermée pendant plusieurs années, de lancer des globulins qui, plus tard, peuvent engendrer, dans l'herbier même, une végétation semblable à celle de la plante-mère.

Donc ainsi, dans un des fruits placé sous une choche et qui, après avoir absorbé de l'oxygène de l'air de cette cloche, a émis de l'acide carbonique, tout séparé qu'il était du végétal dont il faisait partie et tout privé de l'aide des courants électriques qui, selon nous, traversaient la plante-mère, les cellules dont il se compose se trouvent réduites à leur propre force vitale, et fonctionnent ainsi d'une manière saisissable à l'œil de l'observateur, puisqu'elles sont isolées des circonstances extérieures qui les masquaient. Or, la manifestation qui résulte de cette vitalité cellulaire, c'est une production certaine, incontestable d'acide carbonique ; ainsi placée, la cellule végétale fait acte de présence en absorbant l'oxygène pour brûler du combustible qui, comme chez tous les animaux, est tout simplement du carbone déposé dans ses tissus, tandis qu'il tenait encore à la plante-mère.

Nous voilà donc induit à soupçonner que la cellule végétale, à l'instar des animaux, dans l'acte qui annonce et prolonge sa vitalité, à l'instar aussi des machines à vapeurs qui, au moyen du charbon brûlé, créent et alimentent leur action dynamique, n'entretient son existence et sa nutrition qu'en absorbant de l'oxygène et émettant de l'acide carbonique.

Or, tous les faits acquis à la science de la physiologie végétale ne viennent-ils pas à l'appui de ce soupçon ? N'avons-nous pas cité, en effet, les recherches de M. Garreau, en vertu desquelles les parties vertes des plantes font des inspirations d'oxygène, le jour, à l'ombre, et par des temps sombres, et, par suite de la combustion qui s'opère en elles, exhalent de l'acide carbonique, c'est-à-dire qu'elles fonctionnent à la manière des animaux ; car toutes ces parties respirent en *brûlant le carbone et en élevant la température*. En outre, plus elles sont riches en azote, plus l'acide carbonique produit est en grande quantité et accompagné de combinaisons phosphorées comme dans les animaux ; et M. Robin n'est-il pas arrivé à des résultats à peu près semblables ? Aussi avons-nous vu, il y a peu de temps, un habile et sérieux observateur, M. Trécul, avancer, d'après d'autres considérations, que la respiration végétale pourrait bien n'être pas si différente de celle des animaux qu'on voulait le dire.

Suivons encore un peu plus loin le fil qui nous conduit :

La cellule, disons-nous, manifesterait son énergie vitale par un acte semblable à celui de la respiration animale. Pour qu'il en soit ainsi, il faut donc que le combustible mis à sa disposition soit attiré par elle et ensuite brûlé avec expulsion d'acide carbonique, c'est-à-dire qu'elle soit douée d'une force d'aspiration pour absorber et d'une faculté d'expiration pour exhaler, et cette double condition est remplie, si elle est capable de mouvements alternatifs de systole et de diastole que nous avons admis déjà, un peu plus haut, d'après d'autres considérations qui nous semblent encore consolidées par ce que nous venons de dire.

Cela posé, représentons-nous, charriés jusque dans les espaces intra-cellulaires les plus retirés de la plante et dans les vaisseaux, les matériaux tout fraîchement obtenus par l'influence du couple voltaïque (terre et atmosphère), à savoir : à l'état naissant, de l'hydrogène, de l'oxygène, du carbone et de l'azote ; n'y a-t-il pas lieu de croire qu'en vertu de la systole de la cellule, il sera fait appel à ces corps qui, traversant l'enveloppe cellulaire, en rempliront la cavité ?

Ces corps sont à l'état naissant, par conséquent, tout disposés à céder à leurs affinités respectives. Alors il est bien facile de comprendre qu'ils puissent se recombiner dans ces laboratoires secrets ; qu'ainsi il pourra y avoir composition ternaire, c'est-à-dire production de cellulose et aussi composition et dépôt de matières azotées quaternaires ou autres, et enfin formation d'une certaine quantité d'acide carbonique, c'est-à-dire combustion. Quant à cette dernière, elle peut avoir lieu sans excitation extérieure, et par simple contact ; mais aussi des chances nombreuses nous apparaissent pour que cette combustion soit aidée, en premier lieu, par des courants électriques internes, ceux, par exemple, qui cheminent dans les rayons médullaires et qu'a constatés M. Becquerel, et, en second lieu, par la constitution même des produits azotés dans la cellule. La production de l'acide azotique a lieu dans l'atmosphère par tous les temps ; pourquoi ne s'en formerait-il pas aussi, sous des influences analogues, dans les cellules ? Or, qu'est-ce qui doit résulter de la combinaison de la cellulose naissante avec cet acide nitrique, si ce n'est une matière éminemment combustible, d'une composition qui se rapprocherait de la xiloïdine ou de celle du coton-poudre ? A chaque mouvement de systole, une combustion, une petite explosion peut-être a lieu dans la cellule, et aussitôt après l'explosion, la diastole détermine l'expulsion du gaz acide carbonique. Puis, nouvelle combustion, nouveaux dépôts, etc., qui viennent s'ajouter aux anciens et, par conséquent, nutrition et accroissement. C'est ainsi que nous comprenons l'assimilation par la cellule, et, par conséquent, par la plante, résultat de l'association de toutes les cellules. Cette assimilation, pour nous, est, en définitive, le résultat de la décomposition de matières dont les éléments, convenant à la cellule, sont mis d'abord à l'état naissant, puis recombinés bientôt après dans le sac cellulaire, de manière à donner, suivant la constitution particulière de la cellule et sa force d'expansion et de contraction, toujours les mêmes produits. On comprend ainsi la fixité des espèces dont la graine, une fois formée, est susceptible, par ses développements successifs, de produire toujours

le même organisme. De là aussi les sucs propres à chaque végétal et les produits immédiats particuliers qu'on rencontre dans les plantes.

Nous disions, il y a peu d'instants, que les fruits placés sous une cloche n'émettaient que de l'acide carbonique, attendu qu'ils étaient séparés du végétal qui leur fournissait la nourriture toute préparée par les influences électriques; et cependant cette émission prédomine déjà de la part de ces fruits, même avant qu'on les ait cueillis et quand la corolle et le calice sont morts; et cela fait penser, *à priori*, que, même encore sur l'arbre, les organes de la fructification ne doivent émettre qu'une très-petite quantité d'oxygène et beaucoup d'acide carbonique accompagné d'une élévation de température plus grande qu'aux organes verts et d'autant plus sensible qu'ils sont plus azotés, c'est-à-dire qu'ils se rapprochent plus de l'organisme animal. C'est aussi ce qui se montre de la manière la plus nette dans une classe de végétaux très-animalisés, les champignons, lesquels peuvent affecter, à peu près, toutes les couleurs du prisme, sauf la couleur verte qu'ils semblent éviter, et qui, d'ailleurs, n'émettent que de l'acide carbonique ; et c'est bien ici le lieu de remarquer et leur privation de pointes capables d'attirer l'électricité, et leur dose de carbone et d'azote qui ne semble pas étrangère aux poisons violents que leurs sucs renferment. Il semblerait que, chez eux, la fonction de la cellule végétale se réduirait, en majeure partie, à brûler du carbone et à déposer en même temps des matières riches de carbone et d'azote puisées dans le sol.

Il y aurait donc, d'après tout cela, dans la vie des végétaux, armés de leurs pointes capables de soutirer l'électricité des milieux ambiants, deux actions bien distinctes : la première toute physique, toute électrique, indépendante, si nous osons nous exprimer ainsi, de la volonté des organes élémentaires dont la somme constitue le végétal, et cependant notablement influencée par l'ascension de la sève que ces organes déterminent. Cette action serait chargée de fournir des aliments assimilables et de mettre en liberté un excès d'oxygène. La seconde action serait due à l'activité vitale de ces organes élémentaires, lesquels, absorbant les matières propres à leur accroissement, brûleraient du carbone, serviraient de laboratoires aux sucs propres, et émettraient de l'acide carbonique produit dans leur enveloppe.

Il fallait bien qu'il en fût ainsi; car, dépourvues de locomotion et d'organes masticateurs, les utricules d'un végétal, quel que fût leur nombre, ne sauraient aller chercher au loin leurs aliments, ni les broyer ; et si, par l'implantation des racines dans le sol et des branches dans l'atmosphère, la nature ne s'était pas chargée de leur en amener de tout prêts à être assimilés, bientôt ces organes, créés avec toutes les conditions de la vie, auraient succombé aux angoisses de la faim ; il fallait que cette nature prévoyante dotât chaque végétal d'un appareil spécial pour cela, et, selon nous, elle l'aurait trouvé dans le couple voltaïque (terre et atmosphère), éléments réunis par les végétaux servant de conducteurs.

N'y a-t-il pas lieu, enfin, de penser que l'électricité, attirée par les extrémités radicellaires et les pointes aériennes des plantes, vient au secours de la circulation végétale et l'aide à

transporter les matériaux assimilables jusque dans les locules les plus retirés des tissus ; car on ne doute plus aujourd'hui de la puissance de transport dont est doué le fluide électrique.

Nous connaissons un fait qui tend à prouver nettement l'influence des réactions électriques de l'atmosphère sur la sève descendante. La *Bibliothèque britannique* rapporte qu'aux environs de Genève, par un temps sec et clair, des ouviers, occupés à écorcer des chênes, éprouvaient un jour beaucoup de peine à faire cette opération : l'écorce adhérait à l'aubier. Tout-à-coup, après midi, le tonnerre gronde, et aussitôt cette même écorce se laisse arracher sans efforts. La sève descendante était devenue fluide ; elle circulait entre cette écorce et le nouveau bois. Les bûcherons regardent ce fait comme bien connu et très-fréquent.

## CHAPITRE XVII.

### DES EFFETS DE LA RESPIRATION VÉGÉTALE COMPARÉE A CELLE DES ANIMAUX.

Les partisans de la division des deux règnes, s'emparant du fait de l'émission de l'oxygène par les végétaux, opposée à celle de l'acide carbonique par les animaux, en ont voulu tirer des conclusions favorables à leur idée systématique, et, rapprochant cet antagonisme de l'état constant de composition de l'air indiqué par les analyses modernes, ils en ont conclu que deux actions contraires avaient été affectées à la vie végétale et à la vie animale, pour conserver toujours la même composition à cet air. Examinons si, en réalité, ce fait est suffisamment prouvé.

Si, d'après les considérations auxquelles nous venons de nous livrer, nous sommes arrivé à des résultats qui nous semblent opposés à une ligne de démarcation précise entre les animaux et les végétaux, nous avons aussi l'avantage de nous sentir soutenu par des autorités puissantes dans la science. Aristote déjà et depuis lui Pallas, Neès d'Ésembek, Darwin, Gleichen, Smellie, Tréviranus, Dismar, Carus, Ingenhous, Buffon et bien d'autres, parmi lesquels, tout récemment encore, nous citerons Mirbel et MM. Payen, Donné, etc., ont été amenés, par leurs propres observations, à ne pas admettre de différences essentielles entre les animaux et les plantes, et, naguère encore, le célèbre physiologiste anglais M. Owen n'a pas craint de repousser cette différence avec une énergique franchise.

C'est ainsi que M. Owen, après s'être prononcé contre la prétendue égalité entre les deux forces opposées de composition et de décomposition de la part des animaux et des végétaux, *égalité*, dit-il, *qu'on a répétée sur tous les tons*, s'exprime au sujet de la distinction des deux règnes :

« Quand il s'agit de déterminer les domaines respectifs des botanistes et des zoologistes, on arrive à trouver que *ni la sensation, ni le mouvement, ni la constitution physique des tissus, ni la source de la nourriture* ne peuvent définir, d'une manière absolue, les limites qui séparent les deux règnes. *Les animaux et les plantes ne sont que deux divisions naturelles d'un seul et même groupe d'organisation.* »

Examinons maintenant si l'équilibre de la constitution de l'atmosphère doit, en effet, se maintenir sous les influences contraires des actes respiratoires des animaux et des végétaux.

La composition de l'air atmosphérique ne change pas, dit-on ; cependant on s'accorde à croire qu'aux temps primitifs, l'atmosphère était infiniment plus chargée d'acide carbonique qu'aujourd'hui. Il a donc fallu qu'à mesure que les végétaux ont envahi de plus en plus la terre, l'air ait été purifié par la restitution qu'ils lui faisaient d'oxygène. Mais quand les animaux et l'homme sont venus, ils se sont opposés de plus en plus à cette purification progressive ; on doit donc concevoir qu'un moment a pu arriver où il y avait équilibre entre les deux effets opposés. La question qui nous occupe se réduit donc à celle-ci :

Cet équilibre une fois établi a-t-il pu se conserver, et subsiste-t-il encore aujourd'hui ? ou autrement, les consommations d'oxygène par les animaux ont-elles toujours contrebalancé les émissions de ce même gaz par les végétaux ? ou bien encore, la masse des végétaux et celle des animaux, avec leurs besoins de consommation, sont-elles restées constantes ?

Or, la question étant ainsi posée, dès le premier examen, il semblerait qu'il n'en a pu être ainsi ; car, partout, à peu près, où les populations semblent avoir été incessament en augmentant, à mesure aussi, d'autre part, les grands végétaux ont été de plus en plus abattus ; et si, sur quelques points du globe, l'espèce humaine a pour ainsi dire disparu, c'est que la végétation y est souvent devenue nulle, à la suite des excès de consommation de la part de l'homme, et que des pays, renommés par la fertilité de leur sol, par leurs eaux vives, sont convertis à présent en de stériles déserts. Jetons les yeux, par la pensée, sur les territoires de Babylone, de Ninive, de Troie et de Jérusalem, qui ne sont plus aujourd'hui que des lieux désolés. Que sont devenus le Simoïs et le Scamandre et tant de lieux autrefois si vantés ? Évidemment l'action de l'homme y a dépassé la production végétale, puisque cette dernière s'est si bien amoindrie sous ses coups ; maintenant encore, toutes les fois que la population est en croissance, la grande végétation décroît. Voyez plutôt les forêts de la France, de l'Italie, de l'Angleterre et de la Germanie, etc. ; ne sont-elles pas encore en train de s'éclaircir ? Et si de l'ancien monde, nous nous transportons dans les deux Amériques, déjà nous y verrons que, sous les coups incessants de la hache des défricheurs et mieux encore par le feu qu'ils appellent à leur aide, les conditions atmosphériques sont sensiblement modifiées et tendent à se modifier de plus en plus.

Contre cette végétation si riche du nouveau monde, les ravages de l'homme s'exercent sur une si grande échelle, qu'on ose à peine parler des défrichements qui, de tous côtés, s'étendent dans notre vieille Europe et, en particulier, en France, depuis 1789 ; et cependant tout le monde s'accorde encore à dire, et les documents officiels viennent à l'appui, que, sous leur influence, l'état atmosphérique du pays a subi des altérations notables.

Après ces faits généraux, tâchons d'entrer dans le détail d'un certain nombre de causes qui peuvent et doivent concourir à ces modifications de l'atmosphère.

Ainsi, par exemple, à propos de ces défrichements, demandons-nous ce que deviennent les bois abattus par les défricheurs.

S'il s'agit de l'Amérique où déjà, pour aller plus vite, on a tant brûlé, n'est-il pas vrai que les bois dévorés par les flammes ont lancé, comme ceux qu'on y brûle encore, des masses d'acide carbonique qui n'ont aucun rapport avec les quantités d'oxygène rendues par les végétaux qu'on laisse debout? Quant à ceux qui, abattus pour l'ouverture de routes immenses et de canaux, sont restés à l'abandon sur le bord des chemins, que sont-ils devenus au bout d'un temps donné? Ils se sont évaporés, par leur décomposition, en acide carbonique. Tous ceux d'ailleurs qui ont été employés aux constructions rurales, civiles, militaires et maritimes ont eu aussi ou auront le même sort, et nous n'avons rien dit encore de ceux qui, aussitôt brûlés qu'abattus, ont servi ou servent à présent, comme bois de chauffage, aux besoins de l'économie domestique et de l'industrie, et sont ainsi une nouvelle source d'acide carbonique.

Partout ailleurs, si les choses ne marchent pas sur une si grande échelle, elles ne s'en font pas moins d'une manière analogue. Pour s'en convaincre, il suffit de penser aux travaux immenses de constructions qui, non-seulement absorbent tant de bois destinés à retourner, sous forme d'acide carbonique, au grand réservoir atmosphérique, mais encore emploient des fers qu'on n'obtient d'abord, à l'état de fonte, qu'à la condition de brûler du bois ; à l'état de fer forgé, qu'en consommant aussi du carbone, et qui, pour être définitivement employés par l'industrie, exigent de nouvelles métamorphoses de carbone en acide carbonique. Et si, par une exception qui se fait de plus en plus rare, et qu'on ne rencontre que dans les localités où l'on manque de voies de transport, la consommation est au-dessous de la combustion, les bois, restant sur pied, pourrissent et sont brûlés lentement, jusqu'à leur dernière cellule, par l'atmosphère elle-même.

Revenons maintenant, après toutes ces causes, déterminantes de la production d'acide carbonique, à l'émission de l'oxygène de la part des feuilles, sous l'influence de la lumière solaire. On ne saurait la contester ; mais a-t-elle lieu toujours et agit-elle toujours seule? et ne savons-nous pas qu'à mesure que le jour fait place à la nuit, l'acide carbonique que la végétation émet aussi, même en plein jour, devient plus sensible et finit par agir seul, en vertu, selon nous, de l'acte expiratoire de la cellule?

Mais ce n'est pas tout ; car, quand la végétation est suspendue pendant les froids de l'hiver, quand les organes foliacés sont flétris et tombent, il ne faut plus parler d'émission d'oxygène, ni de formation de matière verte ; c'est l'acide carbonique qui, à peu près seul, se répand dans l'air, et cette dose s'accroît encore de l'acide carbonique résultant de la décomposition des détritus végétaux réduits à l'état d'humus.

Est-il donc possible d'élever aucun doute sur ces productions déjà si multiples d'acide carbonique, à opposer à la seule revivification de l'oxygène, par les parties vertes des branches et des tiges, sous l'influence solaire?

Passons maintenant aux plantes inférieures :

Parlerons-nous des céréales? Suivons-les, à leur sortie de terre, jusqu'à leur destruction complète.

De jour, production d'oxygène accompagnée d'émission d'acide carbonique d'autant plus sensible que la clarté du jour s'atténue. Cette émission acide a lieu seule la nuit. Et quand ces plantes sont coupées, que deviennent leurs racines? Laissées en terre, elles y pourrissent et finissent par en sortir à l'état d'acide carbonique, ou bien elles sont brûlées sur place et donnent encore à l'instant même de l'acide. Pour leurs tiges, on en fait des couvertures de bâtiment qui finissent par pourrir et par s'exhaler en gaz acide ; on en fait des chapeaux, des paillassons, etc.; mais leur avenir n'est pas douteux : il faut encore qu'elles finissent comme leurs racines, et il en est de même si elles servent de litière dans les écuries. Si nous voulons, enfin, nous enquérir de ce que deviennent leurs graines, nous trouvons que, servant de nourriture aux hommes ou aux animaux, ou d'huile d'éclairage, c'est toujours de l'acide carbonique qu'en fin de compte elles fournissent à l'atmosphère.

On peut en dire encore autant de l'herbe des prairies.

Si, à présent, nous passons aux plantes des pays sauvages, nous trouvons qu'elles finissent par périr sur pied sur le terrain, où l'humidité d'une part et de l'autre l'oxygène en déterminent la décomposition et la combustion lente. Encore de l'acide carbonique dont elles chargent l'atmosphère !

Et cependant nous sommes encore bien loin d'avoir épuisé toutes les sources d'où cet acide s'échappe pour se mêler à l'air atmosphérique ; car nous n'avons pas encore dit un mot de ce charbon fossile que l'homme est allé demander aux entrailles de la terre et avec lequel des populations tout entières, comme celles de l'Angleterre, font cuire leurs aliments et se défendent du froid et de la nuit ; avec lequel des usines de tous genres sont alimentées en force, en lumière et en chaleur ; avec lequel marchent les locomotives et les navires à vapeur, etc., et tout cela en même temps que se trouve vicié l'air atmosphérique, par cette énorme quantité d'acide carbonique.

Nous n'avons pas encore parlé, non plus, des torrents de ce même gaz qui s'échappent des profondeurs de la terre, par de nombreuses fissures ou par les volcans d'aujourd'hui, faibles restes des anciennes révolutions du globe.

Enfin, pour terminer ce tableau, nous avons à citer l'action incessante de l'homme et des animaux de toute espèce dont la vie se passe à brûler du carbone.

Si, à tout ce que nous venons d'énumérer sur les sources nombreuses et incessantes d'acide carbonique, on nous objectait qu'en regard de ces immenses émanations, il faudrait faire entrer en ligne de compte les productions végétales dues au perfectionnement de l'agriculture et qui croissent en même temps que les populations qu'elles alimentent, et lancent, par conséquent, d'autant plus d'oxygène qu'il y a plus d'hommes, nous nous empresserions de repousser cette critique, en faisant observer que ces végétaux, soit qu'ils servent de nourriture ou qu'ils soient employés aux besoins domestiques, finissent toujours par se décomposer, et qu'ainsi ils encombrent encore l'atmosphère de principes délétères. D'ailleurs, la respiration de ces

populations émet une masse d'acide carbonique d'autant plus grande qu'elles sont plus nombreuses.

En vérité, en plaçant, en parallèle de tant de causes de productions d'acide carbonique, la seule exhalation d'oxygène, due aux végétaux sous l'influence de la lumière solaire, nous ne saurions parvenir à établir une équation entre ces quantités; et nous attribuons l'opinion généralement reçue sur l'égalité des pertes et des gains d'oxygène pour l'air atmosphérique, au besoin que les partisans de la division des deux règnes éprouvaient d'établir une différence essentielle entre la manière d'agir de la vie végétale et celle de la vie animale.

Il nous semblerait, au contraire, qu'on devrait soupçonner que la pureté de l'air atmosphérique, après avoir atteint son *maximum*, sous le premier empire des végétaux, a dû insensiblement s'altérer par les interventions de l'homme et des animaux.

Au surplus, quand bien même l'équation qu'on a posée serait vraie, comment pourrait-on le constater, même à présent, malgré la perfection des analyses chimiques? On a cité l'air renfermé dans les lacrimatoires trouvés aux ruines de Pompéï, lequel avait sensiblement, dit-on, la même composition que celui d'à présent; mais cette identité nous semblerait un fait accidentel; car il y avait force chances pour que cet air fût altéré au moment de la catastrophe, et c'est peut-être même à une altération de ce genre que celui qu'on en a retiré devait sa prétendue pureté. L'illustre Delaplace n'était pas convaincu de l'invariabilité de la composition de l'air, et il a cru devoir, il y a une trentaine d'années, en redemander l'analyse. En définitive, on a calculé que le milliard d'hommes qu'on estime former la population de toute la terre, jointe à tous les animaux, ne pourrait consommer, en un siècle, la cent trente-quatre millième partie de l'oxygène de l'atmosphère. Ainsi, quand bien même les parties vertes des végétaux ne rendraient pas, pendant ce temps, un atôme d'oxygène à l'air, on ne pourrait en apprécier aucune modification sensible, pendant plusieurs siècles.

Nous croyons donc que la proposition, si généralement admise, à ce sujet, ne saurait être démontrée pour nous, et nous disons que l'on ne peut s'appuyer sur elle pour soutenir que la nature n'a pas doté la cellule végétale du même mode de vitalité que les animaux. Là encore, comme ailleurs, l'unité de composition doit se retrouver dans l'organisme.

Après une aussi longue discussion, qu'il nous soit permis de nous montrer satisfait de n'avoir pas eu, dans notre manière d'envisager la nutrition des plantes, à admettre l'acide carbonique et l'ammoniaque comme leur nutrition directe et pour ainsi dire obligée; car, pour nous, ces toxiques, s'ils sont absorbés, sont bientôt décomposés, avant d'être offerts comme aliments aux cellules. Comment croire, en effet, que du poison, qu'on sait tuer les végétaux aussi bien que les animaux, puisse être considéré comme leur aliment? Comment croire, par exemple, que les cellules d'une rose si délicieusement parfumée puissent faire leur nourriture habituelle de la fétide et vénéneuse ammoniaque, à la place d'ambroisie que l'on serait tenté de lui offrir? La vue, le toucher, l'odorat se révoltent à cette idée, comme contre un acte de lèse-majesté de la reine des fleurs? Qu'on nous pardonne cette excentrique appréciation

qui ne va guère avec les allures graves et magistrales de la science, et qu'on veuille bien se rappeler en même temps que, quand presque tous nos sens sont réunis pour produire chez nous une impression, elle est presque toujours l'indice d'une vérité.

Avant d'en finir sur les influences électriques de la terre et de l'atmosphère, nous nous demanderons si c'est bien là que se bornent ces influences sur la nutrition et sur les accroissements des plantes, et si les matériaux qui y concourent sont tous nécessairement fabriqués par elles.

On sait que des observations récentes dénoncent l'ozone (1) ou l'oxygène à l'état naissant dans l'atmosphère. Ne pourrait-on pas penser que ce corps, entraîné par l'électricité soutirée par les pointes végétales ou pompée, avec les vapeurs terrestres, par la force d'aspiration des stomates est introduit ainsi tout fait dans les organes foliacés? Nous pouvons en dire autant du carbone à l'état naissant; car si, aux temps primitifs, la décomposition de l'acide carbonique avait lieu en immenses quantités, aujourd'hui cette réduction doit encore se faire, quoique plus faible, puisque les éléments de réduction, moins puissants, sont encore les mêmes qu'autrefois. On doit penser encore que de l'hydrogène et de l'azote sont aussi mis en liberté, par les mêmes moyens, dans l'atmosphère même, et qu'ainsi l'oxygène, l'hydrogène, le carbone et l'azote, introduits à l'état naissant dans les feuilles, y concourent à la constitution de la sève descendante par des combinaisons nouvelles opérées dans ces laboratoires secrets et indépendamment de l'action des courants électriques qui peuvent y circuler. Tout cela concorde avec l'expérience qu'on a acquise et qui prouve que les feuilles exercent dans l'atmosphère les mêmes fonctions que les racines dans le sol (2).

Mais, est-ce encore bien là tout ce que l'electricité terrestre et atmosphérique peut fournir aux plantes?

Jusqu'ici, on n'avait guère fait attention qu'aux substances gazeuses ou liquides répandues dans la terre et l'atmosphère; cependant, il en est d'autres qu'on ne croit plus possible de passer sous silence: nous voulons parler des matières organisées, de sortes diverses, qui y sont disséminées.

Nous avons, dès le commencement de cette discussion, admis aux temps primitifs la création des premières molécules vivantes, et tout nous dit que l'atmosphère d'aujourd'hui en contient encore qui semblent y avoir fait élection de domicile; témoins ces cryptogames de couleur rouge qu'on a long-temps pris pour des pluies de sang, quand, entraînés par la neige, ils se sont

---

(1) Mémoire présenté à l'Institut par M. Houzeau.

(2) Voir les expériences si décisives de William Magnab, directeur du jardin botanique d'Édimbourg, sur une plante suspendue en l'air sans aucune terre.

répandus à la surface de la terre ; témoins encore ces grains verts, dont beaucoup sont d'une petitesse excessive, et qui, réunis en masse semblable à une gelée, vivants, doués même de mouvements volontaires, sont connus sous le nom de nostocs. Parfois, après une averse d'orage, on est fort surpris d'en apercevoir de petits amas, au beau milieu des allées d'un jardin, là où, un moment avant l'averse, il n'existait rien de pareil ; témoins encore les autres membres de cette série d'êtres animés que M. Guérin-Méneville a désignés sous la dénomination d'infusoires aériens.

Est-il bien sûr que ces premiers rudiments de l'organisme ne servent pas non plus, comme matériaux déjà tout faits, aux accroissements des édifices végétaux, après y avoir pénétré aussi par les stomates? Ces pores, correspondant aux lacunes du parenchyme des organes verts, sont bien autrement ouverts que les espaces intra-cellulaires des spongioles par lesquels Decandolle admettait l'introduction des séminules des végétaux parasites dans l'économie végétale ; et d'ailleurs, si le diamètre, que nous leur apercevons quelquefois avec grand'peine, sous le microscope, semblait encore trop fort aux personnes qui douteraient de leur passage par ces organes, il suffirait de descendre, par la pensée, jusqu'à la deuxième génération de globulins emboîtés sous leur enveloppe, pour arriver à une petitesse inapercevable et telle qu'il deviendrait impossible de leur nier la possibilité de passer par les canaux les plus étroits des plantes. Nous soupçonnons donc qu'ils peuvent y pénétrer, et là que deviennent-ils ?

De deux choses l'une : ou ils seraient décomposés par l'activité végétale, ou, vivant de la vie de la plante qui leur a donné l'hospitalité, ils finiraient par y subir une sorte d'acclimatation, en vertu de laquelle ils ajouteraient à la prospérité de la république fédérative.

Il y a peu de temps encore, nous n'aurions pas osé soutenir ouvertement cette thèse ; mais des observations nouvelles d'une haute importance, dues à M. Brow-Sequard, nous les permettent à présent et les feront peut-être juger moins extraordinaires.

On croyait, en effet (et l'on avait recueilli des faits qui consolidaient cette croyance), que des globules du sang d'un animal vertébré, injectés dans les veines d'un autre animal d'une espèce différente, étaient un poison mortel pour ce dernier ; tandis qu'au contraire, s'il ne s'agissait que de fournir à un de ces vertébrés, à un homme, par exemple, épuisé par des pertes sanguines, du sang d'un autre homme, loin de lui nuire, les granules de ce sang, ainsi transmis, continuaient à vivre dans ce nouveau milieu semblable à celui qu'ils habitaient auparavant et, remplaçant les forces vives qu'avait perdues le malade, lui rendaient la vigueur et la santé.

Or, il résulte du remarquable travail de M. Sequard que le sang d'un vertébré, introduit dans celui d'un autre vertébré d'une espèce, même fort différente, peut s'y nationaliser, sans nuire à celui-ci, pourvu que ce sang soit du sang artériel frais et bien oxygéné; tandis que les accidents les plus graves ne tardent pas à se manifester, s'il s'agit d'un sang veineux chargé d'acide carbonique en quantité suffisamment considérable, c'est-à-dire de poison.

Ces expériences conduisent à penser que les granules du sang d'un animal, même d'un ordre supérieur et qui ont une organisation toute spéciale, introduits dans celui d'un animal vertébré fort différent cependant du premier, peuvent y contracter des modifications importantes par la nutrition qu'ils y reçoivent et qui leur permet d'y vivre et de s'y ajouter aux forces vives des granules sanguins au milieu desquels on les a forcés d'habiter. Quelque chose de pareil n'aurait-il pas lieu, *à fortiori*, pour les molécules organiques des aliments des vertébrés qui, dissociés dans l'estomac, passent à l'état globulaire dans le chyle et enfin dans le sang?

Et si ce que nous venons d'exposer a lieu dans les animaux supérieurs, dont la constitution est beaucoup plus avancée et, par conséquent, plus délicate que celle des végétaux, pourquoi, chez ces derniers, pareilles choses ne pourraient-elles pas se manifester? Et pourquoi, par ce motif, les molécules atmosphériques infiniment petites, mais vivantes, aspirées par les stomates, ne finiraient-elles pas par se naturaliser avec les globulins de la plante qui les aura reçus dans son sein?

Nous en dirons tout autant pour les molécules organiques, charriées aussi dans l'atmosphère et provenant de la décomposition des détritus des matières organiques à la surface du sol; car ces globulins, qui en contiennent d'autres emboîtés dans leur enveloppe, peuvent former des corpuscules aussi petits qu'on voudra et capables, par conséquent, de pénétrer dans les tissus, soit par la sève descendante, soit par les torrents de la sève ascendante. Ce serait une manière d'aller plus vite que la nature aurait trouvée, en se servant de matériaux déjà fabriqués par elle et qui n'auraient besoin que d'être accommodés aux circonstances nouvelles où successivement elle les mettrait en œuvre; et l'on serait tenté de croire que quelque chose de semblable arrive, quand, dans une matinée de printemps, on voit les incroyables développements dont un grand arbre est susceptible. On a de la peine à admettre que ce court espace de temps lui ait suffi pour créer tant de molécules vivantes nouvelles.

Nous terminerons en observant que, dans toutes les idées conjecturales que nous venons de mettre en avant, tout en interprétant, à notre manière, un certain nombre de faits principaux admis en physiologie végétale, nous avons eu l'étrange bonheur de n'en contredire qu'un seul; mais nous avons tâché d'introduire, dans ces questions ardues et jusqu'ici si obscures, un élément nouveau, l'intervention électrique de deux éléments gigantesques, la terre et l'atmosphère.

# CHAPITRE XVIII.

## CONCLUSION.

### DE L'EXCITABILITÉ VÉGÉTALE COMPARÉE A CELLE DES INFUSOIRES ET DES AUTRES ANIMAUX.

Nous avons étudié jusqu'ici, sous beaucoup d'aspects différents, les rapports qui nous ont semblé relier les organes élémentaires des végétaux et les animalcules des infusions végétales, ainsi que leurs travaux; et, en résumé, les seules différences que nous avons pu constater n'ont porté que sur les manifestations d'activité et, pour mieux dire, de vitalité, moindres chez les organes des végétaux que chez ces infusoires, à moins que ces organes élémentaires ne soient encore très-jeunes et à l'état de phytospermes. Et il devait nécessairement en être ainsi, puisque la vie végétale n'est pour nous, d'après toutes nos expériences, qu'une vie d'association de la part d'infiniment petits animés, soit que leurs tributs construisent leurs travaux les uns à côté des autres, soit que, souvent trop faibles encore, ou déjà trop déchus de leur vigueur première pour pouvoir se suffire à eux-mêmes, ils renoncent à une existence indépendante, dans les lieux où ils se trouvent engagés; et néanmoins, toutes les fois que, par des circonstances favorables, des éléments azotés leur sont livrés avec abondance, pendant un certain temps et dans des locules à part, où ils puissent s'animaliser suffisamment, les phénomènes d'activité, de locomotion entière ou partielle, ne tardent pas à se manifester chez eux ou plutôt dans la génération qui les suit. Avant de passer en revue les cas les plus saillants d'activité, d'irritabilité que l'on a reconnus dans les végétaux, nous tenons à faire remarquer qu'au bout du compte, ces idées générales ne sont par nouvelles, et il nous suffira, pour cela, de citer un passage d'un ouvrage fort connu, écrit, il y a déjà près de trente ans, par un habile et savant physiologiste (1).

(1) *Traité complet de la physiologie de l'homme*, par Fréd. Tiedemann (traduit par Jourdan), tome Ier, pages 88, 89 et 90.

« Les deux règnes se rapprochent tellement l'un et l'autre, dans leurs formes les plus simples, qu'il en est quelques-unes à l'égard desquelles on ne peut pas, du moins jusqu'à présent, déterminer si ce sont des plantes ou des animaux. On serait même *presque tenté, dans certaines circonstances, de croire que les formes végétales et animales les plus simples peuvent passer de l'une à l'autre. Des conferves se résolvent en infusoires et des infusoires produisent des conferves, en se réunissant.*

» Ainsi, Ingenhous (1) prétend avoir observé que la *matière verte de Priestley se formait par une réunion d'infusoires et se résolvait elle-même en infusoires.*

» Cette observation a été confirmée par les remarques de G.-R. Tréviranus (*Biologie*, tome II, pages 338, 344, 350) et Trentepohl. Girod-Chantrans a vu au aussi des conferves et des ulves se former par des agrégations d'infusoires et se résoudre en infusoires. Bory de Saint-Vincent a démontré, en outre, que beaucoup de *conferves se dissolvent* pendant l'été, et que les *globules apercevables dans leur intérieur deviennent des animalcules infusoires qui peuvent se réunir en de nouvelles conferves.* Une observation pareille a été faite par Gaillon sur une espèce de conferve marine qui appartient au genre céramion de Decandolle (*conferva comoïdes,* Delwin). Les filaments de cette conferve *se résolvent en infusoires qui ressemblent aux enchelydes, cyclidies* et autres animalcules infusoires de Muller. Dernièrement, Edwards a observé, dans ses recherches sur les infusoires, *qu'ils peuvent se réunir pour produire des formes végétales et se séparer ensuite de nouveau.* Les mouvements de certains infusoires se font avec beaucoup de lenteur et *ces corps se placent à la suite les uns des autres en forme de conferves. Ceci conduit presque à une différence entre les infusoires animaux, ou les commencements de formations animales et les infusoires végétaux, ou les commencements de formations végétales.* Ces infusoires paraissent quelquefois si voisins les uns des autres, qu'on ne peut établir sérieusement de distinctions génériques entre eux. Nitzch a signalé ce phénomène aux naturalistes ; suivant lui, les *Bacillaria pectinata, viridis* et autres espèces qu'il a décrites, se comportent absolument comme des plantes, quoiqu'on ne puisse les séparer, par aucun caractère générique, des *Bacillaria palea* et *fulva*, qui ressemblent parfaitement aux animaux par leurs mouvements et qui se rattachent étroitement aux précédents.

» La grande analogie qui existe entre les animaux les plus simples ou les plus inférieurs et les plantes, analogie qu'Aristote connaissait déjà (2), a porté plusieurs naturalistes, Buffon, Bonnet, Pallas, Dawin, Smellie, Mirbel et autres, à ne point admettre de différence essentielle entre les animaux et les plantes. »

---

(1) *Micellanea physico-medica.* — 1795.

(2) *Histoire naturelle*, livre 5, chapitre I.

Nous avons déjà cité textuellement la manière dont s'est exprimé l'un des physiologistes les plus distingués de l'Angleterre, le célèbre Owen.

Et si l'on ajoute à cela tout ce que Mirbel a vu faire aux phytospermes du tissu cellulaire du *Cordyline australis* et du *Dracœna Draco*, on est, sans aucun doute, fortement autorisé à considérer ces antécédents comme coïncidant, d'une manière frappante, avec une partie notable des faits que nous avons émis et des conséquences que nous en avons tirées; car nous n'avons fait que généraliser, avant ou après eux, par des expériences directes et nombreuses, les idées systématiques des auteurs célèbres que nous avons cités tout-à-l'heure.

Il y a donc très-peu de différence entre une utricule végétale inerte, ou une utricule animée, c'est-à-dire un infusoire. Mais si l'on veut établir une comparaison entre les végétaux et les animaux d'un ordre supérieur, les différences deviendront telles que l'on ne pourra plus saisir aucune ressemblance entre eux. C'est ainsi que les défauts de similitude deviennent de plus en plus tranchés dans la série animée et dans la série inerte; il est inutile de dire, par exemple, combien il serait absurde de chercher des rapports entre un homme et un chêne.

Toutefois, il existe, dans les végétaux, même les plus développés et de l'organisation la plus compliquée, certaines parties qui jouissent d'une animation propre et semblent participer aux manifestations de vitalité active des organes les plus irritables des animaux supérieurs. Ces manifestations ont reçu les noms d'irritabilité ou d'excitabilité.

Examinons si, au point de vue de ces manifestations, il n'y a pas lieu d'être surpris des similitudes frappantes qu'on découvre dans les deux séries animale et végétale.

Nous avons déjà eu occasion de dire que si, chez les végétaux, il est possible de constater de pareilles manifestations, lesquelles répondent parfois à des excitations extérieures, il est naturel d'aller les chercher dans les parties les plus jeunes et les plus animalisées.

Or, si nous commençons notre revue par les racines, qui sont loin cependant d'être les parties les plus azotées, nous aurons à mentionner d'abord les contractions en spirale que Barbieri affirme avoir reconnues aux plus minces filets de ces organes qui, selon lui, s'étendent et se contractent alternativement; après cela, nous citerons un effet analogue ou de véritables contractions vitales que Don et Barbieri encore ont observées dans les vaisseaux séveux, et que, d'après leurs propres observations, Saussure, Hedwig, Gahagan, Brugnault, Townson et Carradori avaient admises. Malpighi avait aussi remarqué que les vaisseaux en hélice entraient en mouvement, quand on les isolait; et, dans ses expériences, le mouvement, qui durait quelques secondes, lui parut ne pouvoir être un simple effet mécanique.

Quant aux feuilles, on leur a vu des mouvements nombreux qui semblent, plus ou moins, venir d'elles-mêmes, et se manifestent, parfois aussi, sous l'action d'excitations extérieures.

Sans nous arrêter à celles que, jusqu'à un certain point, on peut attribuer à des modifications excitées par les variations atmosphériques, passons à celles qu'il est difficile, pour ne pas dire impossible, de ne pas attribuer à la force vitale dont elles sont douées; nous

ne parlerons même pas non plus de cette sensibilité excessive de celles qui semblent se dérober à l'action d'une vive lumière, ni de ces accès de sommeil et de réveil, comparables à ceux des animaux. Nous passerons rapidement sur ces indices, pour ainsi dire, de douleur que certaines feuilles manifestent à la piqûre qu'on leur fait subir par une pointe acérée ; mais, pour arriver tout de suite à la preuve, nous nous contenterons d'appeler l'attention sur cet effet si remarquable et si bien constaté de l'excitabilité des feuilles à deux lobes du *Dionæa muscipula.* Ne sait-on pas, en effet, qu'au plus petit attouchement, les deux segments se rapprochent l'un de l'autre avec une telle vivacité que les insectes, qui se posent sur l'un d'eux, sont pris et périssent entre ces deux lobes qui, tout-à-coup, se sont serrés avec tant de force qu'il est difficile de les séparer sans les déchirer ; cette immobilité, cette tenacité, pour mieux dire, étant d'ailleurs en raison de la vigueur de la plante et de l'élévation plus ou moins grande de la température.

Si, après cela, nous venons à l'examen des fleurs et des organes génitaux, c'est bien là que nous trouverons des effets du même genre que nous avons déjà entrevus et qui y sont bien plus indiqués que partout ailleurs dans l'économie végétale.

On se rappelle que nous avons déjà parlé plusieurs fois des mouvements saccadés qu'on remarque aux grains de pollen, quand ils émettent la fovilla. Nous avons ensuite à citer des mouvements comparables à ceux de la plus haute animalité, et qu'on remarque dans les parties des végétaux que nous venons de désigner.

Ainsi, par exemple, il existe des plantes chez lesquelles les corolles manifestent des mouvements prononcés, après avoir été irritées. Dans l'*Ipomœa sensitiva,* Turpin a reconnu que le tissu membraneux de la corolle en cloches enferme la fleur à la moindre excitation, obéissant ainsi aux recourbements subits des filets ou paquets de vaisseaux qui soutiennent cette cloche. Au reste, après l'éloignement de la cause irritante, la fleur est mise de nouveau à découvert. Une irritabilité du même genre est encore portée, au plus haut degré, dans l'*Amaryllis saltatoria,* chez laquelle Roxburg a découvert des mouvements oscillatoires, à propos du plus léger attouchement d'un insecte, au plus petit souffle du vent ou à toute autre excitation mécanique, si minime qu'elle puisse être.

Quant aux étamines, à l'époque de leur développement complet et pendant la durée de la fécondation, elles exécutent des mouvements qui indiquent une sorte de volonté intelligente pour se rapprocher du pistil ; tantôt c'est ce dernier qui se penche vers les anthères, ou bien tantôt encore ces deux sortes d'êtres se rapprochent l'un de l'autre, comme mus par un sentiment d'amour réciproque.

C'est, d'après Linnée, dans le *Parnassia palustris* et le *Ruta graveolens* que les étamines, l'une après l'autre, se rapprochent du stigmate pour y répandre leur pollen et reprendre, après cela, invariablement leur position ; et il y a ceci de remarquable que, chez la première de ces plantes, c'est par saccades d'abord que ce rapprochement a lieu en trois fois, puis tout d'un coup ; tandis que, dans le *Saxifraga trydactylites,* les étamines s'inclinent toutes à la fois

sur l'organe femelle. Les exemples de ces phénomènes ont été recueillis en grand nombre par des naturalistes habiles et consciencieux.

Chez les organes femelles moins animalisés, tout naturellement les mouvements sont moins accentués que chez les mâles et plus rares aussi. Ils ont lieu presque toujours, quand le peu de longueur des étamines les empêche de se déverser sur le pistil, car c'est à lui alors à faire les principaux frais de ce rapprochement fécondateur, étudié par Desfontaines dans les genres *Gloriosa, Cymbidium,* dans les épilobes *Angustifolium* et *Spicatum* et dans le *Lilium candidum.*

Au reste, un fait fort surprenant a encore été observé au sujet de l'épanchement du pollen ; car ces mêmes rapprochements dont nous venons de parler et l'émission de la matière séminale sont aussi déterminés artificiellement par des excitations étrangères, même plusieurs fois de suite. C'est sur le *Berberis vulgaris* qu'ont été faites les observations les plus nombreuses de la motilité des étamines, déterminée par une excitation, par l'attouchement, par exemple, d'une épingle. C'est alors que les six étamines de la fleur, couchées, pendant la nuit, sur le pistil et y reposant jusqu'au matin, s'en rapprochent vivement le jour, si l'on y enfonce la pointe de l'instrument excitateur. On peut même voir de légères oscillations de la part de ces organes mâles, qui, du reste, déposent, sans cela et naturellement, leur poussière fécondante sur l'organe femelle. Après cela, fatigués qu'ils semblent être de ces marques de virilité, ils reprennent, mais lentement, leur position première.

Si l'on veut arrêter ces manifestations incontestables d'une motilité vitale, on y parvient sans peine en empoisonnant la plante qui les porte, ou en injectant leurs organes génitaux par des liqueurs toxiques.

Des faits tels que nous venons de les signaler, considérés isolément, ont pu laisser des doutes sur la vitalité, pour ainsi dire animale, de certaines portions de végétaux ; mais, réunis en faisceaux, ajoutés surtout à tout ce que nous avons vu précédemment, ils offrent une masse énorme de circonstances qui tendent à établir l'animalité de l'élément végétal, c'est-à-dire de l'utricule, et, dans des cas exceptionnels, son identité avec les animalcules des infusions végétales. Ces faits prouvent, en même temps, que certaines agglomérations d'utricules vivantes jouissent d'une sensibilité qui a la plus grande analogie avec celle de certains organes qu'on peut leur comparer dans les animaux ; et, puisque des systèmes d'utricules vivantes constituent des organes entiers animés aussi, puisque les phytons signalés par Mirbel bâtissent de toutes pièces des utricules végétales de la même manière que les infusoires établissent, avec une admirable industrie, des utricules pareilles où logent les germes de la génération future, comment pourrait-on se refuser à les confondre dans un seul et même groupe?

Quoi qu'il en soit, la conséquence naturelle qu'il faut tirer de nos nombreux rapprochements entre les infusoires et les organes élémentaires des végétaux, c'est que la vie est partout la même chez ces êtres organisés, mais qu'elle s'y trouve engagée à des degrés d'activité plus ou moins prononcés.

Si les éléments vivants, dont un de ces corps se compose, sont assez animés pour donner lieu à un tout capable lui-même de mouvements spontanés incontestables, ce corps est classé parmi les animaux. Si ces marques externes ne se manifestent que par des actes douteux ou partiels, il est rangé à la limite des deux règnes ; enfin, quand aucun mouvement propre ne peut lui être sensiblement attribué, il est décidément ce qu'on nomme un végétal.

En partant de ces données, on trouve que la vie animale et la vie végétale, identiques au point de départ, affectent, à mesure qu'elles s'éloignent de ce point, des allures de plus en plus tranchées. Le corps vivant, mais inerte, le végétal, en un mot, ne pouvant aller chercher ni choisir sa nourriture, la prend là où il se trouve fixé par ses racines, tandis que, dans la série dite animale, l'individu, après avoir consommé les premiers aliments que la providence lui a préparés avant sa naissance, se traîne bientôt, pour en découvrir de nouveaux, sur un autre point du sol ; et comme incessamment il change de place, il n'a jamais le loisir d'enfoncer des racines dans le sol dont il parcourt la surface. Aussi ses forces croissent-elles en raison de l'énergie de ses organes locomoteurs et de ses facultés absorbantes et assimilatrices.

Au premier examen, on pourrait penser que le pouvoir créateur s'est montré plus généreux envers les animaux qu'envers les végétaux ; et quand on songe à ces étroites prisons, où la providence a voulu enfermer d'innombrables légions de phytospermes des cellules végétales, on est presque tenté de gémir sur le sort, en apparence si triste, de ces prisonniers microscopiques.

Cependant, si l'on veut bien y regarder de plus près, on arrive à comprendre que leur existence n'est pas aussi à plaindre qu'on le pensait d'abord, et que la providence, dans sa justice distributive, a su leur ménager d'importantes compensations. Ainsi, armé de tous les faits que nous avons acquis, au lieu de définir sèchement la cellule végétale, par cette phrase : *La cellule végétale est un sac clos de toutes parts,* nous dirons : Cette cellule est un animalcule immobile ou la sphère d'activité d'une collection d'individus vivants, d'une exiguité telle que les meilleurs microscopes peuvent à peine nous en signaler l'existence, et qui, dans cette oasis microscopique, séquestrés du reste du monde, s'y livrent, au milieu d'une paix profonde, avec ordre et dévouement, à des travaux dirigés tous dans l'intérêt de la conservation indéfinie de la tribu ; et peut-être se tromperait-on étrangement, si l'on accusait cette providence de les avoir jetés, eux et leur génération, dans une nuit obscure, tandis que, nous autres, nous jouissons de la lumière du soleil. Qui nous assure, en effet, que ces phytons si frêles ne sont pas (nous l'avons déjà dit ailleurs), d'une telle sensibité d'organes que ce qui nous semble obscurité est lumière, clarté quasi céleste pour eux ; et d'ailleurs, il n'y aurait rien d'impossible à ce que ces petits globes fussent comme de petits soleils doués d'une lumière propre, d'une phosphorescence, insensible à nos yeux blasés. Cette hypothèse ne serait pas toute gratuite ; car on sait que, sous les chaudes latitudes, on trouve souvent, à la surface de la mer, de vastes espaces couverts d'infusoires phosphorescents.

Loin donc d'être si mal dotés, comme on le croirait d'abord, les habitants de la cellule végétale jouissent peut-être, au contraire, à l'abri des orages extérieurs, d'une félicité inconnue aux organisations placées beaucoup plus haut, en apparence, dans la série animée.

Les végétaux ne sont donc pour nous que d'immenses polypiers, formés par l'association d'individus contenant des germes emboîtés les uns dans les autres, ou qui, peut-être aussi, sont capables d'en créer de toutes pièces ; et, pour se développer, comme utricules végétales ou comme infusoires, ils ne demandent qu'un peu moins ou un peu plus de matières azotées. On arrive ainsi à repousser les générations *entièrement* spontanées, c'est-à-dire qui ne seraient pas des fragments déjà vivants d'êtres organisés, ayant subi certaines subdivisions, ou des associations plus ou moins compliquées de ces mêmes débris ; on s'explique, d'après cela, sans trop de peine, ces multiplications fabuleuses d'utricules que, dans des espaces de temps très-limités, peuvent faire apparaître les plantes dans leurs tissus. En effet, un physiologiste, Jungius, n'a-t-il pas calculé qu'un champignon, le *Bonista* gigantesque, qui, dans une seule nuit, et partant d'un volume à peine percevable, atteint celui d'une grosse gourde, a dû mettre au jour cent quarante-sept milliards de cellules nouvelles, par minute !

Que dire encore de la population d'individus entassés dans un baobab de 10 mètres de diamètre et de 33 mètres de hauteur ? La vie de l'homme suffirait-elle à celui qui voudrait seulement en écrire le nombre ?

Et pourquoi encore la vie, dont les innombrables débris se retrouvent dans les formations calcaires et gypseuses, dans les argiles, les sables et les grès, et, suivant Braconnot, jusque dans les roches plutoniques, ne s'étendrait-elle au-delà des bornes que nos sens imparfaits sont incapables de franchir ? Une fois l'esprit engagé dans cette voie, il ne semble pas logique de s'arrêter à la surface de la terre où nous rampons, et ce serait, de notre part, une orgueilleuse prétention de croire qu'au milieu de ces mondes innombrables qui roulent dans l'immensité des cieux, notre planète microscopique serait seule à se trouver habitée, tandis que Jupiter, Saturne, Mars, etc., ne le seraient pas aussi bien qu'elle, ainsi que toutes celles qu'on soupçonne faire partie des autres systèmes solaires où le nôtre n'est qu'un point ; et ces espaces de l'éther, au milieu desquels, chaque jour, l'astronomie signale des corps inaperçus jusqu'ici, est-il donc possible qu'ils ne soient que de vastes solitudes glacées par le néant ?

Quand, d'un long mais rapide coup d'œil, nous embrassons cette multitude infinie et animée qui peuple l'épiderme du globe et son étroite atmosphère, nous avons bien de la peine à admettre que la vie s'arrête là, entre des limites si restreintes ; et dussent en sourire de pitié les philosophes sceptiques, ces prétendus déserts sans fin apparaissent à notre imagination comme pouvant être sillonnés, en tous sens, par des êtres subtils qui, se rapprochant du pur esprit, auraient cependant encore l'énergie matérielle, si petite qu'on veuille la supposer, nécessaire pour braver les flots du milieu pour ainsi dire impalpable de l'éther et y nager dans une liberté presque sans bornes.

Si donc, après tant d'années consacrées aux mêmes études ardues, fatigué que nous sommes au bout de la carrière, nous aimons à reposer, pendant quelques instants, notre esprit dans d'aussi séduisantes rêveries, on voudra bien nous en absoudre, n'est-ce pas? Car, avec elles, disparaît soudain la sécheresse de la science strictement positive, et, de tous côtés, à nos yeux éblouis, les flambeaux de la vie illuminent l'univers qui, dans ses moindres détails, offre un aspect poétique et divin à celui qui veut en sonder les sublimes profondeurs. Parfois aussi on serait tenté de croire que les fondateurs de la poésie sacrée des Grecs, inspirés, dans ces temps reculés, par quelques révélations des mystères de la science, tenue alors cachée au vulgaire, en auraient cependant laissé percer quelques-uns des traits les plus saillants, sous les formes brillantes de leur inépuisable mythologie qui déifiait tout. Pour eux, en effet, Daphné dans le corps d'un laurier et les immortelles Hamadryades, sous l'écorce des chênes, n'étaient peut-être que d'allégoriques interprétations de la vie végétale assimilée à celle des êtres les plus élevés dans la création.

En cédant ainsi à nos impressions, nous ne nous trouvons plus surpris si, pénétré de l'esprit d'unité et des liens intimes qui règnent entre toutes les créatures au milieu desquels nous vivons, nous avons pensé pouvoir, avec conviction, associer les mystères de l'innocente vie végétale aux éclats de la foudre et aux courants électriques qui s'échappent des deux éléments immenses, terre et atmosphère; car, s'il est bien vrai que ces courants existent, on ne saurait toucher à la plus simple fleur des champs sans causer une modification sympathique, si légère qu'elle soit, à toutes les autres plantes qui vivent à la surface de la terre. C'est notre monde tout entier qui s'intéresse à la plante microscopique, et, en revanche, celle-ci elle-même réagit sur lui : et, d'ailleurs, nous le demandons, qui sait où finit l'électricité atmosphérique? Et pourrait-on affirmer que notre globe, si infime qu'il soit, n'entretient pas des relations électriques avec toutes les parties du monde sidéral; si bien que seraient réunies, en tous sens, par des liens invisibles et par des échanges aussi rapides que la pensée, les innombrables créations issues d'une volonté suprême et infinie?

Quoi qu'il en soit, aux derniers confins de l'horizon, semblent nous apparaître encore quelques lueurs nouvelles sur le rôle que joue le terrible agent au milieu des organismes les plus délicats; car si, avec une conviction profonde, appuyée sur les bases les mieux établies de la théorie électrique, nous avons admis l'introduction de l'électricité dans les végétaux par l'action des pointes dont ils sont armés, pourquoi donc refuserions-nous la même influence à d'autres pointes souvent aussi fines et, proportion gardée, fréquemment plus nombreuses, qui se présentent à la surface d'un nombre infini d'individus de la série animale? Et pourquoi le fluide répandu et condensé sur le derme, où aboutissent une multitude innombrable d'autres pointes, extrémités des ramifications des nerfs spinaux, ne serait-il pas là disposé, comme tout exprès, pour être soutiré par elles, et pénétrer ainsi dans les retraites les plus secrètes de l'organisation animale? Sa présence active n'y est plus, en effet, l'objet

d'un doute, non-seulement d'après l'étude des poissons électriques, mais encore d'après les nombreuses expériences qui constatent son intervention constante dans le jeu de la vie.

Qu'on veuille bien parcourir, par la pensée, toute la série, depuis l'humble infusoire qui nage dans les eaux tranquilles, jusqu'à l'aigle planant dans les hautes régions de l'air, et l'on sera forcé d'y reconnaître que la force, l'agilité et la sensibilité générale se manifestent en raison directe du nombre et de la finesse des pointes dont les animaux sont plus ou moins munis à l'organe de la peau.

Voyez plutôt ce cheval à l'œil terne, à la tête basse, à la couleur incertaine, mais en même temps aux poils grossiers et emmêlés en un feutre sale et dégoûtant, et qui, péniblement, au pas, revient du pâturage; qu'a-t-il donc de commun, nous le demandons, avec le noble coursier de race antique et pure qui, dévorant l'espace, fait, avec joie, voler son cavalier dans la carrière? C'est qu'aussi sa robe soyeuse, réunion de pointes microscopiques, est si luisante qu'à la rigueur elle pourrait servir de miroir.

Voyez encore la gazelle du désert, le renne des régions polaires, la biche et le cerf des bois; voyez le chien de chasse, le tigre, le chat-tigre et même le chat domestique à la fourrure fine et si électrique; leur agilité n'est-elle pas proverbiale? Quelle différence tranchée entre leurs qualités caractéristiques et celles de la brebis à la laine épaisse, pauvre innocente aussi inhabile à l'attaque qu'à la défense!

Mais parmi tous les êtres qui vivent à la surface de la terre, le plus noble et le plus vigoureux, le plus fort et le plus agile (est-il besoin de le nommer?) le lion, est aussi l'appareil le plus parfait pour soutirer, par sa fourrure fine et serrée et par sa mouvante et terrible crinière, les éléments de la foudre que l'atmosphère cache dans ses flancs. Et quand ce roi des animaux se prépare au combat; quand, à son seul rugissement, qui semble un vol fait au tonnerre, on sent trembler la terre et l'air; quand le chien lui-même, si inférieur à son roi, montre ses dents pour la défense de son maître chéri, ou bien encore quand la poule court, sans hésiter, à une lutte inégale pour sauver ses petits; quand l'épervier et l'aigle se précipitent sur leur proie, ou quand tous enfin se livrent à d'autres luttes qui garantissent la conservation de l'espèce, ne les voit-on pas hérisser, avec rage, leurs pointes extérieures, comme pour arracher, à l'air qui les entoure, une surcharge de forces électriques, destinées, dans ces moments critiques, à leur assurer la victoire?

Et cependant toutes ces manifestations d'activité vitale, que sont-elles auprès de l'énergie qu'exige le vol des oiseaux, ces êtres privilégiés de la création? On a eu beau signaler chez eux une respiration supérieure en puissance à toutes les autres et qui, dans ces machines à combustion d'oxygène, détermine une chaleur exceptionnelle; on a eu beau invoquer la légèreté de leurs organes, leurs cavités nombreuses et les dépôts d'air chaud dont ils sont gorgés, tout cela nous semble peu de chose auprès de l'action des pointes innombrables qui les recouvrent et de la finesse desquelles le microscope seul peut donner une idée; car, quant à

nous, nous soupçonnons fort que si le vol de l'oiseau qu'elles entourent est si rapide, c'est que ces innombrables pointes ravissent à l'atmosphère une incalculable quantité de forces électriques auxquelles l'individu doit sa vigueur relativement supérieure.

Tant est grande la puissance de l'électricité! En effet, n'a-t-on pas prouvé, par des expériences récentes, que la somme de ce fluide captif, dans un milligramme d'eau, serait capable de produire les effets de la foudre? et doit-on, après cela, s'étonner si certains poissons peuvent disposer d'une charge qu'ils tiennent en réserve, l'émettant, à volonté, pour lancer des commotions violentes à l'ennemi qui les attaque (1)?

En vérité, on serait tenté de se demander si la fable d'Icare, aux ailes de plumes enchâssées dans une matière résineuse, comme celle d'un électrophore, ne serait pas une voie indiquée vers la solution du grand problème du vol de l'homme au milieu des airs.

Si donc la sensibilité de l'être animé est surexcitée par le fluide électrique qui l'entoure et qu'introduisent les pointes extérieures à son enveloppe, ainsi que celles qui viennent aboutir à la surface de celle-ci, n'est-il pas évident qu'il en résulte, dans l'organisme, des impressions plus ou moins vives et variables, selon la constitution particulière de l'individu et le milieu où il vit? Or, ces impressions, se combinant aux autres sensations qu'il peut recevoir d'ailleurs, il en ressort une résultante unique, qui se traduit par des signes extérieurs, et notamment par ses gestes et les sons qu'il émet. C'est là que nous trouvons, nous l'avouons, la cause déterminante de la voix chez l'homme, aussi bien que de ses idiomes variés et de ces mille cris de toutes les autres créatures, au moyen desquels elles parviennent à s'entendre par des communications intimes.

Un observateur attentif peut suivre incessamment les développements de ces manifestations. L'homme qui vient de naître et dont l'organisation si molle et, pour ainsi dire, fluide, ne reçoit encore, à son système nerveux, que des impressions confuses, ne sait faire entendre qu'un vagissement informe, non articulé et sensiblement le même pour tous les peuples et dans tous les pays. Un peu plus tard, quelques articulations commencent à se prononcer dans les sons émis par une bouche plus nettement dessinée, mais encore novice. Cependant, petit à petit et à mesure que la tête, organe principal, se couvre de plus en plus de pointes chevelues, les impressions, plus nettes, se trahissent par des accents mieux déterminés, en même temps que l'intelligence se développe et progresse. Toutefois, pendant des années encore, la voix de la jeune fille diffère peu de celle de son frère, jusqu'à ce que, à une certaine époque, à la voix douce de l'enfant mâle succèdent tout-à-coup des sons rauques et stridents : c'est le moment où, au-dessus de sa bouche, apparaissent les premiers symptômes

---

(1) Becquerel, *Encyclopédie du 19e siècle*, tome XI, page 288.

de la virilité ; un arc légèrement teinté s'y dessine ; c'est sa fine moustache dont il est si fier, en même temps qu'un léger duvet commence à couvrir son menton et s'étend insensiblement à la surface de son jeune épiderme.

Dès ce moment décisif, les manifestations de vitalité se prononcent de plus en plus, en même temps le système chevelu se développe et s'étend ; et quand la voix s'enrichit des plus nobles et des plus tendres accents, n'est-ce pas alors que les passions commencent à gronder dans le sein du jeune homme et à troubler trop souvent une existence jusqu'alors à l'abri des orages du cœur?

Si, cédant aux pensées nombreuses qui nous assiègent, nous nous laissions aller jusqu'à vouloir développer une théorie complète sur la vive et constante influence que l'électricité exerce sur toutes les créatures, on nous reprocherait cette fois, avec raison, de nous écarter beaucoup trop de notre point de départ. Cependant, avant d'en finir, notre curiosité, si vivement éveillée, nous force à demander quel est donc ce mystérieux agent qui tour-à-tour se fait calorique ou lumière, tonnerre exterminateur, ou fluide bienfaisant, agent chimique et magnétique, et qui, s'associant à tous les phénomènes de la vie organique, paraît, jusqu'à un certain point non défini, participer à la nature divine et se poser comme intermédiaire entre le créateur et la créature ?

Or, la Genèse, qui a devancé la science moderne et dont il n'est plus de mode de contester sa concordance avec elle, la Genèse, disons-nous, ne semblerait-elle pas l'avoir encore prévenue, à propos de cet agent dont nous nous préoccupons, et n'aurait-elle pas voulu le désigner par cet *esprit de Dieu* qu'elle fait apparaître le premier jour de la création, par cet esprit appelé *spiritus immensus* par tous les pères de l'Église et les commentateurs, et qui, suivant saint Augustin, n'a été désigné ainsi qu'à cause de son essence supérieure et de son universalité, *agent opérateur par excellence et qui donne le mouvement et la vie; ce même esprit de Dieu, tiré par lui du néant, avant la création du ciel et de la terre, avant même que la lumière se montrât sur la matière toute fluide qui n'était encore qu'une terre incomposée et* UN ABIME INVISIBLE (1)?

---

(1) *Cosmogonie de la Révélation, ou les quatre premiers jours de la Genèse en présence de la science moderne*, par M. N.-P. Godefroy.

Nous ne saurions mieux faire que de citer textuellement les lignes suivantes, empruntées au journal l'*Ami des Sciences* du 15 novembre 1857; car il serait difficile de les analyser sans les affaiblir :

Avant de mettre les textes bibliques en regard de la science, précisons avec M. Godefroy l'exacte valeur des termes de la Genèse.

I. « *Au commencement, Dieu créa le ciel et la terre.* »

Évidemment il ne s'agit ni du ciel ni de la terre tels que nous les voyons, puisque la première formation du ciel et la

Dans cette hypothèse, qui, du reste, coïncide avec toute la science moderne, ce serait donc à cet esprit de Dieu (*spiritus immensus*) qu'il faudrait attribuer la grande voix du ciel, celle qu'on appelle le tonnerre ; cette voix qui glaçait d'effroi les Hébreux, quand, sur le

---

constitution définitive de la terre ne datent, l'une que du deuxième jour, et l'autre que du troisième jour de la création. Aussi saint Augustin nous apprend-il que les anciens interprètes, au sentiment desquels il se range, ont entendu, par *le ciel et la terre, la matière* dont ils sont formés.

II. « *Et la terre était vide et vaine.* »

Les vagues expressions dont se sert ici la Vulgate vont prendre un grand degré de précision si nous recourons aux autres versions du livre sacré. Ainsi, la traduction des Septante dit : *La terre était invisible et incomposée ;* la version samaritaine, qui est l'ancien texte hébreu : *La terre était une matière divisée jusqu'à être impalpable, jusqu'à annihilation ;* et le texte chaldaïque : *Alors la terre était de la matière informe à l'état de molécules élémentaires.*

Ainsi, les termes de la Vulgate reviennent à ceci :

Au commencement, la création tout entière fut à l'état de gaz ou de vapeur, c'est-à-dire de molécules élémentaires.

III. « *Et les ténèbres régnaient sur la surface de l'abîme.* »

En effet, la lumière n'est pas encore, et si l'Écriture se sert, en cet endroit, du mot *sur,* au-dessus, c'est, dit saint Augustin, parce que si la lumière eût été dès lors, elle n'eût pu être qu'au-dessus de cet abîme.

IV. « *Et l'esprit de Dieu se portait sur les eaux.* »

Quel est cet esprit de Dieu, qui, d'après les expressions de l'original, affaibli, au dire de saint Jérôme lui-même, par le mot *ferebatur* qu'emploie la Vulgate, se répandait sur la matière de la création, *s'envolait* et planait au-dessus d'elle ? Saint Augustin répond qu'il ne s'agit pas ici du Saint-Esprit, mais d'un agent naturel, agent opérateur et moteur qui pénètre et anime tous les corps, agent universel, invisible, qui donne la vie et le mouvement à toute la matière, et que, en raison de son universalité et de son essence supérieure, on a pu appeler avec raison l'Esprit de Dieu.

..... *Se portait sur les eaux.* S'agit-il d'eaux véritables dans le sens vulgaire du mot? Évidemment non, puisque la seule chose qui existe encore à ce moment, c'est la matière constitutive des mondes et qu'aucune des formes qu'elle devra revêtir ne s'est encore manifestée. C'est donc cette matière même qui, désignée d'abord par les mots de ciel et terre, puis par ceux de terre invisible et simple, est maintenant appelée du nom d'eaux. Et saint Augustin ajoute que la matière est ainsi qualifiée à cause de sa fluidité, sa mobilité, son aptitude à prendre toutes les formes, comme elle avait été en premier lieu appelée ciel et terre à cause de son universalité, terre incomposée et abîme invisible en raison de son défaut absolu de forme.

V. « *Et Dieu dit : Que la lumière soit ! et la lumière fut.* »

Tous les commentateurs ont remarqué que l'apparition de la lumière n'est pas donnée comme le résultat d'une création nouvelle. Dieu ne crée pas la lumière, il lui ordonne de paraître. La lumière était donc déjà en essence, virtuellement dans la création : cette remarque doit s'étendre au *spiritus immensus*, l'Esprit de Dieu ; avec la lumière il se trouvait confondu dans la matière dont devaient être tirés le ciel et la terre. Et l'acte créateur qui a tiré du néant la matière du ciel et de la terre en a fait sortir en même temps l'esprit animateur et la lumière.

Si maintenant nous traduisons en expressions scientifiques le langage poétique de la Genèse, nous reconnaissons que l'historien de la création raconte ainsi le premier jour de l'œuvre divine :

mont Sinaï, leur dieu apparaissait à Moïse ; cette même voix aux accents de laquelle, selon la fable, tremblait l'Olympe entouré de noirs orages, chaque fois que Jupiter annonçait ses volontés aux mortels, et dont les roulements ne manquaient pas non plus de retentir au loin

---

Au commencement, Dieu créa la matière dont furent formés le ciel et la terre. Alors toute la création était à l'état de molécules élémentaires, invisible et simple ; à l'état de gaz ou de vapeurs. La lumière n'était pas encore, et les ténèbres régnaient sur l'abîme unique que formaient le ciel et la terre encore confondus. Cependant la matière, se condensant, devenait fluide et mobile, et en même temps un agent immense, universel, le principe de vie et de mouvement se répandait sur la matière. Et enfin la lumière apparut.

Tournons-nous maintenant vers la science, et demandons-lui ce qu'elle croit touchant l'état primitif de la terre.

C'est une opinion avouée à la fois par la chimie, la géologie et l'astronomie, que la terre fut, à l'origine, une masse en évaporation, c'est-à-dire à l'état de gaz ou de vapeurs; et non-seulement la terre, mais tous les globes qui peuplent l'espace. Bornons-nous à citer ces paroles du créateur de l'embryogénie stellaire : « La matière dont les mondes sont » composés était d'abord, dit Herschell, à l'état gazeux. » Et, en effet, l'observation des nébuleuses, la comparaison de ces « germes de systèmes de mondes » indique que les nébuleuses lumineuses, dites planétaires, qui sont les plus avancées en développement, ont passé par un état de blancheur laiteuse ; qu'avant de revêtir cette apparence, elles ont été des nébuleuses diffuses ; qu'antérieurement encore, elles ont formé des nébulosités obscures, et Laplace remarque qu'en remontant aussi loin que possible dans la vie de ces corps, on arrive « à une nébulosité tellement diffuse, que l'on » pourrait à peine en soupçonner l'existence. »

Ainsi, « la matière dont les mondes sont composés » a passé par l'état de matière diffuse, de nébulosité obscure ; les ténèbres ont régné sur la face de l'abîme du ciel et de la terre.

Jusqu'ici la science n'a fait que confirmer le récit de Moïse.

D'après la Genèse, la matière, d'abord à l'état de molécules élémentaires, s'est condensée, a pris la consistance aqueuse, et un esprit immense, le principe de la vie et du mouvement s'est répandu à sa surface.

La science est pleinement d'accord avec la Genèse sur cet état nouveau que revêt la matière. Par cela seul qu'elle reconnaît que la terre a été primitivement gazeuse, la science admet que celle-ci a dû passer par tous les états de condensation qui devaient l'amener au point où nous la voyons ; d'ailleurs la chimie, la minéralogie et la géologie peuvent être citées à l'appui du théorème biblique. Il y a plus : on peut invoquer encore l'observation directe des cieux : depuis l'état diffus jusqu'à l'état planétaire, les nébuleuses passent par des états successifs que caractérisent divers degrés de condensation.

Mais si la terre et les cieux ont été primitivement à l'état gazeux, « il faut admettre nécessairement, dit Ampère, que » leur température à cette époque était plus élevée que celle à laquelle celui de tous les corps qui est le moins volatil » resterait à l'état liquide. »

Ainsi, dire que la matière du monde était à l'état gazeux, c'est dire que la température primitive était fort élevée, et si l'on ajoute que cette matière diffuse s'est condensée, par cela seul on admet qu'elle a perdu de son calorique, et, suivant la loi du rayonnement, le calorique se portait de tous les points de la masse à la surface.

Le moment que la science assigne au dégagement du calorique et à son expansion au-dessus de la matière liquéfiée des mondes est celui où, d'après la Genèse, apparut, se portant au-dessus des eaux universelles, l'esprit de Dieu, expression

sur les plus hautes montagnes de la terre, quand les dieux de l'Inde semblaient se révéler à leurs adorateurs prosternés ; tant il est vrai que, chez tous les peuples, les anciennes traditions se rencontrent sur ce point aussi scientifique que religieux !

Or, il importe qu'il en soit ainsi ; car, sans ce puissant interprète, comment, avec le faible organisme dont ils disposent, les infusoires parviendraient-ils à construire les innombrables habitacles qui leur servent de catacombes, en même temps que leurs jeunes générations y trouvent un berceau ; et comment pourraient-ils enfin élever les grands arbres de nos forêts, monuments immenses de l'architecture végétale ?

Comment, sans ce divin conseiller, l'oiseau devinerait-il qu'il aura bientôt besoin du nid qu'il prépare avec tant d'art pour le moment où il devra y couver ses œufs, et que de ces corps, en apparence inanimés, devront bientôt sortir ses petits, pour lesquels il redoublera de tendre sollicitude ?

Comment encore, sans les inspirations qu'il emprunte au même principe intermédiaire, le castor parviendrait-il à concevoir et à exécuter ces digues solidement établies sur des fleuves rapides, travaux qu'on serait tenté de croire fabuleux, couronnés, en outre, par une ville de maisons construites avec une industrie qui dépasse de beaucoup celle des hordes sauvages voisines, jalouses de sa précieuse fourrure?

---

qui, d'après tous les saints pères, tous les commentateurs et interprètes, peut se prendre pour *spiritus immensus*, un esprit immense. Or, l'esprit de Dieu, qui, d'après saint Augustin, n'est ainsi nommé qu'à cause de son essence supérieure et de son universalité, qui est l'agent opérateur et moteur par excellence, celui qui donne la forme, le mouvement et la vie à toutes choses ; cette force est-elle autre chose que ce principe universel : le calorique, agent général du mouvement, de la forme et de la vie?

Après que le *spiritus immensus* se fut répandu à la surface de la matière d'abord gazeuse, puis liquéfiée, la lumière apparut. Et nous avons déjà remarqué que Dieu ne crée pas la lumière, mais qu'il lui donne ordre de paraître, et que l'acte par lequel a été créée la matière est celui d'où a résulté en même temps l'existence des fluides impondérables.

Cela est tout-à-fait conforme aux données de la science, si même cette donnée n'est encore en avant de la science, et ne précise le but vers lequel elle tend et qu'elle ne saurait tarder à atteindre. Tous les travaux dont les forces physiques ont été l'objet conduisent en effet à admettre leur unité. Pour la physique moderne, les divers agents ne sont, selon toute probabilité, que les formes d'un seul et même principe. Déjà l'identité de l'électricité et de la chaleur est prouvée; l'analogie de la chaleur, de la lumière et de l'électro-magnétisme, et enfin, l'unité, ou, comme on dit aujourd'hui, la corrélation de ces formes du mouvement universel est un fait dont la démonstration se prépare.

Le défaut d'espace nous empêche de suivre M. Godefroy dans l'étude des trois autres jours de la Genèse ; mais si ce que nous venons de dire de la première de ces journées a suffi pour convaincre le lecteur qu'il n'y a rien de forcé ni dans les commentaires des textes, ni dans leur conciliation avec la science, nous pouvons nous arrêter ici.

VICTOR MEUNIER. (Journal l'*Ami des Sciences* du 15 novembre 1857.)

Comment la chienne, qui met au jour ses petits, apprend-elle, sans études et sans maître, son incomparable adresse qu'envieraient nos plus habiles opérateurs, quand, aidée seulement de ses dents canines inférieures, elle déchire la membrane où est encore emprisonné son premier né, et le délivre ainsi, sans le blesser jamais, prête à délivrer tout-à-l'heure aussi ses autres nourrissons qui s'agitent encore dans son sein?

Comment, sans les insinuations intimes qu'à son insu elle absorbe par tous ses pores, l'abeille atteindrait-elle à une civilisation si avancée qu'elle fait honte souvent à celle de l'homme? Qui lui soufflerait son respect et son dévouement sans bornes pour sa reine, son amour pour ses larves, son administration aussi sévère qu'intelligente, son indomptable courage au travail et son intrépidité contre l'ennemi commun?

Mais à quoi bon, en définitive, insister davantage sur ces merveilleux instincts des animaux que nous venons de citer? Est-ce que tous les autres, examinés de près, ne nous donneraient pas les mêmes motifs de surprise et d'admiration contemplative pour les influences qu'ils perçoivent du principe supérieur dont le rôle semble si bien se confondre avec celui de la puissante et mystérieuse électricité?

On voudrait en vain échapper à cette inexplicable puissance; partout on se retrouve en face d'elle. C'est ainsi qu'on se demande encore si ce n'est pas par sa chaleureuse influence que sont révélées à l'homme de génie les grandes découvertes dans les sciences, et à l'artiste, toutes les délicatesses de l'art, à l'aide desquelles il lui est permis de s'élever jusqu'au beau idéal qui déjà ne touche presque plus à la terre. Que, pour un instant, on suppose rompue cette chaîne harmonique qui réunit toutes les créatures, aussitôt se tairait l'immense concert où chacune d'elles, selon l'ordre qui lui a été assigné dans la création, a ses notes, ses gammes, ses mélodies et ses accents, pour célébrer son immortel auteur; car jusqu'à lui, sans doute, s'élèvent et le modeste chant de la fauvette cachée sous les ombrages. et les cantiques des hommes réunis, aux sons imposants de l'orgue, sous les voûtes sonores de nos vastes et majestueuses cathédrales (1).

---

(1) Voir le texte du 148e psaume de David.

FIN DU SECOND VOLUME.

# TABLE RAISONNÉE

# DES MATIÈRES

## CONTENUES DANS CE VOLUME.

## AVANT-PROPOS.

PAGES.

1 et 2. On y signale des similitudes remarquables entre les manières de vivre des animalcules des eaux soumis à une nutrition peu animalisée et les utricules végétales, les uns et les autres manifestant une vie d'association et constituant un tissu cellulaire régulier ou irrégulier.

Le but que l'auteur se propose dans ce second volume est de prouver une multitude de rapports intimes qui existent entre les utricules végétales et leurs assemblages et les animalcules des infusions végétales ou leurs travaux.

## CHAPITRE Ier.

### ÉTUDE DE LA CELLULE VÉGÉTALE.

### § Ier

### SIMILITUDES DE FORMES ENTRE CERTAINS INFUSOIRES ET CERTAINES UTRICULES VÉGÉTALES.

C'est naturellement dans des tissus jeunes et lâches qu'il faut aller chercher ces rapprochements, comme, par exemple, dans la tige du *Cucurbita Pepo*. Ainsi, du milieu de ces tissus, en faisant
3. sortir par pression quelques gouttes de sève, on y distingue parfois, au milieu de nombreux débris,

PAGES.

des utricules isolées avec une forme qui se rapproche de l'ellipsoïde, mais qui présente déjà des pans. Quelques-unes laissent voir, aux angles, des cils flétris et une indication confuse d'une bouche
4. et d'un orifice qui a quelque ressemblance avec l'organe expiratoire des infusoires; dans d'autres, la bouche devient plus distincte, on y remarque deux enveloppes et un orifice postérieur; dans d'autres encore, les orifices antérieur et postérieur sont distincts, la bouche est garnie de cils; mais si l'utricule est déjà morte depuis un certain temps, elle affecte souvent la forme d'une vessie desséchée, parfaitement comparable aux cadavres d'infusoires signalés dans le premier volume. On
5. voit aussi, sur quelques-unes encore turgides, un organe tout semblable à l'orifice expiratoire; les bords de cet orifice, formés par un bourrelet, y sont aussi garnis de cils nombreux.

Dans de vieilles utricules se montrent de nombreux pertuis, comme chez certains infusoires, et, comme chez ces derniers, une enveloppe utriculaire, en se desséchant, peut laisser apercevoir un réseau dû au retrait de la membrane.

6. Dans d'autres circonstances, l'utricule végétale, qui a vécu isolée, est sillonnée, d'un bout à l'autre de son grand axe, par une fente dont les bords, à un certain point de son parcours, s'écartent de manière à former un appareil semblable à l'appareil expiratoire des animalcules. — Il y a aussi de ces utricules dont l'enveloppe est bien visiblement constituée en tissu cellulaire. — Cer-
7. taines utricules en renferment d'autres dans leur sein, lesquelles ont la forme d'une vorticelle munie de sa queue. On a vu une pareille vorticelle venir s'appliquer contre la paroi interne de l'utricule et même en sortir.

Tous ces exemples ne présentent-ils pas de nombreuses ressemblances entre les infusoires et l'utricule végétale?

## § II.

### UTRICULES VÉGÉTALES COMPARABLES A DES VORTICELLES.

On signale de nombreuses utricules végétales, souvent de nature amilacée, et qui présentent des formes identiques à celle des vorticelles, à bouche très-caractérisée et garnie de cils vibratils. —
8. Il y a, comme chez ces polypes d'eau douce, des exemples d'enveloppe formée d'une lanière tournée sur elle-même en colimaçon. — On cite une des utricules vorticellaires dont l'organe que nous avons appelé organe expiratoire était bordé par des granules séparés les uns des autres. —
9. Du reste, les appareils caulinaires de ces organes végétaux étaient identiques à ceux des vorticelles des eaux. — Non-seulement on a vu de ces utricules à forme de vorticelles, on en a même décou-
10. vert qui étaient douées de locomotion dans des baies de *S. tuberosum* et l'on en a augmenté le nombre, à volonté, en plaçant ces baies, pendant quelques heures, en infusion dans de l'eau pure
11. et mieux dans de l'eau animalisée par quelques gouttes de purin.

Traits frappants de ressemblance.

## § III.

### INFLUENCE D'UNE NUTRITION TROP ANIMALISÉE ET TROP ABONDANTE DE LA VIE VÉGÉTALE.

Par ce qui vient d'être dit, on est amené à attribuer à une végétation surexcitée par trop d'en-

PAGES.

12. grais et d'humidité, l'apparition d'infusoires se mouvant au milieu des tissus végétaux, infusoires dont les cadavres, venant à se décomposer, introduisent un ferment vénéneux dans la plante et en
13. altèrent l'économie. C'est à cette cause que l'auteur attribue la maladie des pommes de terre qui, commençant dans les baies, se propage jusque dans les tubercules. Il en serait de même de la ma-
14. ladie de la vigne, dans laquelle le développement de l'oïdium serait la suite d'une première altération, etc.

## CHAPITRE II.

### DE LA NUTRITION DES UTRICULES VÉGÉTALES.

15. Puisque, à la suite de circonstances défavorables à leur vie active, les infusoires forment, par association, des systèmes qui ont toute l'apparence des tissus végétaux, on est conduit à admettre qu'ils
16. conservent, quoique à un degré moindre, leur faculté d'aspiration et d'expiration, et tout naturellement aussi à admettre cette force chez les utricules végétales, quoique cette force y devienne presque toujours insensible; plus tard, on la saisira sur le fait dans certains cas privilégiés.

## CHAPITRE III.

### ACCOUPLEMENT DES CELLULES VÉGÉTALES.

#### Art. Ier. — *Union des cellules végétales, en général.*

17. Il y a long-temps qu'on a constaté les accouplements des cellules de deux conferves conjuguées voisines. Les circonstances qui accompagnent une pareille conjugaison prouvent qu'elles ont pour
18. résultat définitif le passage des granules verts de l'une des utricules dans l'autre qui est douée d'une plus grande force d'aspiration de la matière fécondante. Ensuite, de l'amas ovoïde de tous ces granules verts, sort une petite conferve semblable en tout à celle dont elle est issue.

Ces accouplements, qui se remarquent chez d'autres algues, ont lieu aussi entre les utricules des tissus végétaux proprement dits, et ces utricules sont aussi bien unies que peuvent l'être, en certain temps de leur existence, les animalcules des infusions de ces mêmes végétaux; et même, à force de patience, on parvient à saisir, comme dans les conjuguées et les infusoires, le passage des globulins
19. de l'une des deux cellules unies dans l'autre. — Souvent on découvre, isolés dans les tissus, des accouplements multiples de globulins, ou de globulins devenus cellules. — Tout ce qui vient d'être dit a été décrit pour les animalcules dans le premier volume.

#### Art. II. — *Des biforines et des stomates.*

20. Les biforines, utricules qu'on rencontre isolées dans le tissu cellulaire de la cuticule de la feuille du *Caladium auritum*, sont munies très-distinctement d'un orifice antérieur et d'un orifice postérieur, et jouissent de la faculté de s'unir bout-à-bout.

Feuille du thé.

La propriété de jeunes cellules végétales de s'assembler en ligne, dans le sens de leur grand

PAGES.

axe, se reconnaît facilement, au commencement du printemps, dans le cambium d'une plante dicotylédonée précoce, où les globulins verts ont déjà commencé des associations plus ou moins nombreuses, dans le sens des fibres, et formant ainsi elles-mêmes de jeunes fibres. Aussi, quand ces fibres se sont unies par côté, est-il sensiblement plus difficile de séparer les cellules longitudinalement que latéralement. Très-fréquemment aussi, quand on a éloigné, l'une de l'autre, deux cellules accouplées bout-à-bout, on reconnaît qu'elles sont percées, chacune, d'un orifice.

21. A la cuticule supérieure des feuilles, les rangées de cellules se touchent et laissent fort peu de lacunes; dans le parenchyme, il y a des lacunes et des utricules indépendantes, et enfin, dans la cuticule inférieure, il y a un plus grand nombre de lacunes qu'à la supérieure. Or, c'est dans ces lacunes que sont les stomates formés de deux utricules accouplées par leurs deux extrémités et courbées en arc, et ces utricules, d'abord libres dans le parenchyme, se seraient ensuite accouplées

22. et logées dans les lacunes de la cuticule. On cite à l'appui de cette opinion des organes tout semblables aux stomates, dans le parenchyme lui-même, notamment dans les plantes grasses. Ces organes ressemblent d'ailleurs à des accouplements d'infusoires.

### Art. III. — *Utricules unies par un fil.*

On remarque, chez des utricules végétales, de même qu'on l'a vu pour certains infusoires, des

23. unions au moyen d'un fil ou d'une lanière, dont les deux extrémités sont logées dans les deux conjointes. — Divers exemples. — Dans une racine de blé, développée dans un verre d'eau, beau-

24. coup de cellules étaient perforées et des orifices des unes partaient des lanières qui allaient insensiblement s'insérer, à distance, dans les orifices d'autres cellules. On voit aussi des cellules accouplées par le côté. D'autres fois, deux grains d'anthères, avant de s'unir, ont poussé en dehors, chacune, un goulot dont les bords ont fini, en se rapprochant, par se souder ensemble. Du reste, on distingue fréquemment des utricules végétales dont les enveloppes sont formées de rangées d'utricules soudées latéralement, et tous ces faits établissent de nouveaux rapprochements entre les animalcules et la cellule végétale; en outre, ils prouvent que deux cellules, tout éloignées qu'elles puissent être, parviennent à s'unir et à se féconder; en tout cas, cette fécondation a été indiquée, en tous points, chez les infusoires et les conferves. — Granules partis de la cellule, faisant office de mâle, et

26. confiés à une nouvelle gestation chez une utricule nourrice. Les accouplements des cellules végétales peuvent s'observer jusqu'à la troisième génération. — Cas où, d'une cellule à l'autre, a lieu l'accouplement entre deux germes placés de chaque côté de la ligne de jonction, comme aussi chez les infusoires.

## CHAPITRE IV.

### DES ACCOUCHEMENTS DES CELLULES VÉGÉTALES.

27. Les cellules des algues émettent, quand leurs grains verts ne peuvent plus être contenus dans leur panse, tous ces germes internes. Cette faculté d'émettre leurs germes appartient à toutes les cellules végétales, et, dans des cas privilégiés, ces germes sont doués de locomotion.

28. Accouchement des grains de pollen, par jets saccadés et vitaux, et souvent par des orifices préparés à l'avance. — Opercules. — En été, par un temps sec, les granules de la fovilla sont toujours doués

29. de locomotion. — Grain de pollen du *Fritillaria imperialis*. — Cellules de *Cucurbita Pepo*.

PAGES.

30. Les émissions des organes internes des biforines ont lieu aussi par saccades, quelquefois très-marquées. — Torsion des aiguilles. — Globulins nageant au milieu des liquides séveux et doués de locomotion, comme dans les infusions, à la vivacité près des mouvements.

Que de nouveaux rapprochements à établir entre ces circonstances et celles qui accompagnent les accouchements des animalcules!

## CHAPITRE V.

### EXAMEN DES CORPS ÉMIS.

### § Ier.

### REVUE DES CORPS INTERNES.

31, 32, 33. Si l'on examine, dans les plus grands détails, les corps émis dans les accouchements des cellules végétales, on est frappé de leurs identités avec ceux qui, dans pareilles circonstances, sont expulsés par les infusoires arrivés à l'état de pléthore. — Comparaison complète et détaillée. — Nouveaux rapports à noter.

### § II.

### DES FONCTIONS DES CORPS ÉMIS.

Les corps émis, par un temps sec et chaud, par les grains de pollen, offrent un très-grand nombre de granules animés; mais, à mesure que les conditions de nutrition et de température deviennent moins avantageuses, le nombre de ces granules mouvants diminue et des rubans confervoïdes les remplacent. Quelquefois, il n'y a plus qu'un seul ruban pareil. Dans ce cas, la fécondation se fait, nous en avons déjà cité des exemples, par un moyen imprévu : 1° par l'introduction du ruban dans l'organe à féconder; 2° par l'émission des granules polliniques renfermés dans l'intérieur du ruban, formé de deux lanières plates et terminé à son extrémité par un renflement, sur lequel est un orifice circulaire qui laisse passage aux granules.

Quelquefois, ces rubans ont des longueurs très-remarquables et sont contournés en peloton dans l'intérieur de l'utricule pollinique.

Il y a lieu d'admirer le soin que la nature a pris pour protéger ainsi, par des temps pluvieux et froids, dans ces rubans, la matière fécondatrice.

Les grains de pollen se fécondent aussi entre eux. On peut, en suivant avec attention les grains de pollen, reconnaître la manière dont se forment les rubans internes aux dépens de la fovilla; car il y en a qui ne sont encore qu'ébauchés et composés de filaments très-déliés et de granules, lesquels finissent par constituer une vraie conferve, cet amas d'organes ne tardant pas à se constituer une enveloppe. C'est probablement là cette enveloppe du boyau pollinique qui a paru, à divers auteurs, renfermer la fovilla. — Rubans émis en tire-bourres. — Deux grains d'anthères accouplés et émettant un ruban unique. — Divers autres exemples de rubans émis. — Similitude de ces rubans

PAGES.

et des poils de la corolle des végétaux d'où ils proviennent. — Mouvements ondulatoires chez ces rubans à l'époque de leur sortie. — Émission de pareilles lanières par deux ou trois côtés de l'utricule. — A propos des accouplements des cellules, on en fait aussi remarquer de quadruples.

En résumé, il se forme plus ou moins de conferves plates dans l'intérieur des utricules végétales, selon le degré de la température et les conditions de nutrition ; mais la fécondation n'est pas compromise pour cela. — Les faits précédents sont encore à noter comme de nombreuses ressemblances entre les animalcules et les utricules végétales.

## § III.

### RESSOURCES IMPRÉVUES POUR LA FÉCONDATION.

39. Les grains d'anthères du *Cucurbita Pepo* présentent d'une manière nette les diverses phases de
40. la formation de conferves internes. — Nouveaux rapprochements à établir encore entre les deux
41 et 42. séries d'individus qu'on compare dans cet ouvrage.

43. Grains de pollen tombés sur la corolle, et qui y ont accouché de leurs grosses conferves. Bien plus, on signale, au milieu même du tissu cellulaire de cette corolle, de pareilles conferves qui vont incessamment vers la base de l'ovaire ; lesquelles conferves, lançant dans les espaces intra-cellulaires, leurs granules reproducteurs, ceux-ci peuvent pénétrer ainsi jusqu'à l'ovaire et aider à sa nutrition et même à sa fécondation. Comparaison de la marche de la fovilla dans le pistil avec celle de ces
44. conferves. Ce mode de fécondation par la corolle présente beaucoup de chances de succès, et, comme l'auteur a reconnu que la corolle elle-même pouvait produire des grains fécondateurs, on comprendrait ainsi comment, les anthères étant arrachées, l'ovaire pourrait être fécondé par ces
45. grains introduits à sa base et comment Spalanzzani a pu constater des fécondations sans organes mâles apparents. Les filets des anthères de la courge contiennent aussi, au milieu du tissu cellulaire, de semblables conferves ; seulement elles ont une constitution qui paraît encore un peu plus avancée ; car ces organes ont une constitution binaire et présentent une analogie frappante avec des cheuilles qui apparaissent par une température trop long-temps humide.

46. Du reste, les granules de la fovilla possèdent, comme ceux qu'émettent les infusoires, la faculté de s'organiser bout-à-bout en conferves ; il en est de même de ceux d'une petite branche de végétal à croissance rapide mise en infusion dans de l'eau. La matière verte, placée entre l'écorce et l'aubier, et mise entre deux verres dans une goutte d'eau, ne tarde pas non plus à s'organiser en conferve.

En résumé, l'*Aura seminalis* arrive à l'ovaire, soit qu'elle chemine en boyau confervoïde, selon nous, et jusqu'ici nommé boyau pollinique, soit qu'elle se fraie un chemin à travers le tissu cellulaire de la corolle.

47. Ressemblance frappante entre les animalcules de l'infusion de la truffe et les sphéroïdes renfermés dans le tissu de celle-ci.

Tous ces faits, convenablement interprétés, doivent être considérés comme de nouvelles preuves de la proche parenté des utricules végétales et des animalcules d'infusion.

## § IV.

### SUITE DES CORPS ÉMIS OU RENFERMÉS DANS LES UTRICULES VÉGÉTALES. — DES TRACHÉES ET DES UTRICULES PONCTUÉES ET RAYÉES.

48. Ressemblances parfaites entre des lanières en hélice émises par les utricules végétales et l'appareil caudal des infusoires.

PAGES.

49. Filaments granuleux en hélice dans les cases des conferves. Ces filaments se transforment ensuite en cylindres creux ou en conferves plates, comme les lanières émises par les utricules végétales, aux développements desquelles on a pu assister. Dans de nombreux cas, ces lanières en hélice resserrent tellement leurs spires qu'elles finissent par former un tube continu renfermé dans l'utricule-mère. Or, de pareils exemples ont été aussi reconnus chez les infusoires.

Ces mêmes organes se rencontrent dans les espaces intra-cellulaires.

50. Les trachées qui vivent et croissent dans les utricules finissent par rompre l'enveloppe où elles sont renfermées. Alors, de deux choses l'une : ou bien, trouvant de la place dans les espaces intra-cellulaires, elles s'étendent par leur force de ressort, ou, resserrées dans un étroit espace, elles constituent un vaisseau. C'est ce qui explique les deux opinions différentes de Mirbel et de Slach, en les faisant admettre toutes les deux à la fois, selon les cas.

51. Au reste, le fil trachéen doit souvent être creux, comme le pense M. Trécul. Nous avons indiqué, d'autre part, dans le premier volume, des animalcules dont l'enveloppe est formée par les spires d'un ruban tourné en hélice et des travaux d'infusoires pareillement constitués.

52. Passage des vaisseaux à hélice aux vaisseaux annulaires. Comparaison de ces vaisseaux à des travaux de même forme dus à des infusoires.

53. La ponctuation des vaisseaux est due à des spires internes qui viennent toucher l'enveloppe de l'utricule qui les contient. — Preuve évidente de ce fait.

Vaisseaux déchirés et troués par une trachée interne qui a pressé de dedans en dehors et qui s'est ensuite atrophiée.

54. Utricules à espaces clairs en losange.

Utricules à espaces clairs, ovales et disposés sur des lignes qui se croisent en losange.

Vaisseaux scalariformes prismatiques.

55. En résumé, des cas tout-à-fait analogues ont été signalés chez les infusoires même et dans leurs travaux.

## § V.

### SUITE DES CORPS ÉMIS OU RENFERMÉS DANS LES UTRICULES. — AIGUILLES DES BIFORINES.

Généralement les utricules végétales contiennent des globulins, quand bien même on y voit des cristaux plus ou moins allongés. Les biforines ne montrent souvent que de longues aiguilles qui, parallèles au grand axe, occupent la partie centrale de l'utricule.

Ces aiguilles cristallines ont d'abord été considérées comme des organes végétaux, des espèces de poils, des *raphides*. Après cela, on a reconnu que les cristaux qu'elles contenaient avaient pour point d'appui une matière organique. Plus tard, on a distingué des dépôts cristallins dans des utricules.

56. Les biforines, décrites par Turpin, se rencontrent isolées dans les lacunes du tissu cellulaire de la feuille du *Caladium auritum*, mais aussi dans les cellules qui entrent dans la composition de ce même tissu et qui renferment des raphides, des conferves à colliers et des lanières plus ou moins flexibles; les aiguilles cristallines y sont souvent perpendiculaires au grand axe de l'utricule.

57. Turpin admet que la sortie des aiguilles est due uniquement à l'endosmose. — Objection contre cette opinion. — Cas particuliers où l'on a vu une biforine éprouver, au moment de la sortie des aiguilles, des convulsions telles qu'elle a fait une culbute complète sur une de ses extrémités. Au reste, au moyen des toxiques, on empêche toute sortie d'aiguilles.

58. Dans les cellules, il y a des aiguilles à la formation desquelles on peut assister, au moyen de très-

PAGES.

petits globulins vivants qui viennent s'y ajouter, les uns au bout des autres. Il n'est pas, en conséquence, étonnant que les cellules qui contiennent des bottes de raphides parfaitement caractérisées ne contiennent plus de globulins épars. Quant aux corpuscules de forme naviculaire qui nagent dans certaines utricules, ils marchent, non pas à plat, mais de champ, comme un petit navire ou comme un poisson.

Ces corps, tout cristallins en apparence, renferment, sous une enveloppe d'oxalate de chaux, des
59. filaments confervoïdes très-fins, tournés parfois sur eux-mêmes en spirale d'une exiguité extrême.

Aiguilles cristallines des utricules du cambium de la vigne vierge. Une douce chaleur en provoque la sortie, comme pour les raphides des biforines.

## § VI.

SUITE DES CORPS ÉMIS. — CORPS QUI, APRÈS L'ÉMISSION, RESTENT ATTACHÉS A L'UTRICULE-MÈRE.

60. Les corps émis restent souvent attachés à l'utricule-mère, sous forme d'appendice utriculaire, s'y développant comme de vrais bourgeons donnant ensuite lieu à de nouvelles expansions semblables à eux-mêmes.

Au reste, les utricules végétales contiennent et expulsent tous les autres organes internes renfermés dans les animalcules d'infusions.

61. On reproduit artificiellement tous les faits qui viennent d'être cités, en faisant macérer dans de l'eau des fragments de parenchyme, tels que celui des baies de pommes de terre.

62. Baies du *Solanum T.*

Parmi les corps émis par certaines utricules et qui tiennent encore à celles qui leur ont donné naissance, il y a de longues expansions très-remarquables et dont il aurait été impossible de deviner l'origine, si l'on n'en avait pas suivi tous les développements, en plaçant, dans de l'eau entre deux verres, des fragments de parenchyme. — Grands et larges rubans qui se courbent en largeur et en longueur et dont l'organisation est la même que chez ceux que nous avons signalés taut de fois
63. chez les animalcules d'infusion et chez les utricules végétales. — Ces larges rubans, tuilés ici, servent de gaîne à des corps nombreux émis avec eux, savoir : des granules, des filaments très-fins, des conferves plates à colliers et de grosses utricules en forme de vorticelles, etc.

64, 65, 66. Accouplement entre des expansions, en forme de bras, sorties d'utricules différentes.

Bourgeons arrêtés dans leur croissance et qui, au lieu de se terminer par des bras allongés, finissent en conferves à colliers, en forme de doigts.

Comparaison des bras émis avec les membres humains.

## CHAPITRE VI.

CONSIDÉRATIONS RÉTROSPECTIVES.

67, 68, 69. En passant en revue rapidement tous les faits signalés jusqu'ici, l'auteur insiste sur ces très-nombreux et des rapprochements frappants signalés entre certains infusoires et leurs travaux et les utricules végétales en général. Toutes ces similitudes exigent d'ailleurs des études prolongées qui permettent, avec le temps, de tomber sur les cas précités.

PAGES.

## CHAPITRE VII.

### DE LA NUTRITION DE LA CELLULE VÉGÉTALE.

70, 71. On a reconnu, dans les animalcules d'infusion, des mouvements rapides de systole et de diastole. Quand l'infusoire vient, à la suite de circonstances défavorables, perdre sa locomotion et affecter toutes les allures des cellules végéales, leurs mouvements de systole et de diastole deviennent inappréciables; il est donc peu probable qu'on puisse en découvrir chez ces dernières, si ce n'est dans des cas exceptionnels et dans les fonctions les plus importantes de la vie végétale, c'est-à-dire, dans les organes qui déterminent la reproduction. Or, à ce titre, les grains d'anthère devaient présenter plus de chances que tous les autres organes pour laisser percevoir quelque chose de semblable, et c'est aussi ce que l'auteur a constaté précédemment. Il cite un grain d'anthère du *Fritillaria imperialis* qui manifestait, à chaque nouvelle expansion, un mouvement de recul très-prononcé, et rappelle les convulsions qu'il a signalées, chez les biforines, à la sortie des aiguilles. Des grains d'anthère de primevère, placés dans l'eau entre deux plaques de verre, se sont rapprochés, bout-à-bout, en conferves, à mesure que l'eau s'évaporait lentement et comme l'auraient fait de véritables infusoires, et non en masse amorphe.

Déjà Decandolle avait insisté, à ce sujet, sur le jet intermittent et saccadé des gouttes de suc végétal que laissent échapper le *Schinus molle* et les chicoracées à feuilles lisses coupées par morceaux; Tréviranus avait observé un fait semblable sur les laitrons, et Carradori raconte qu'à l'époque de la floraison, la laitue possède une telle irritabilité qu'il suffit de toucher les petites feuilles éparses le long de la tige pour faire suinter, des points touchés, un suc laiteux.

72. De ces faits, l'auteur se croit plus autorisé que ne pouvait l'être Decandolle, au temps où il l'écrivait, à admettre la systole et la diastole dans la cellule végétale et de regarder ses contractions et ses dilatations successives comme la cause de l'absorption, par elle, des matières destinées à sa nutrition, matières nécessairement dissoutes dans la sève ou à l'état de division extrême, puisque la majeure partie des cellules végétales est privée d'ouverture.

## CHAPITRE VIII.

### DE L'ORIGINE DES FORMES PARTICULIÈRES DE QUELQUES UTRICULES VÉGÉTALES.

73, 74, 75. On a reconnu que plus la vitalité de la cellule augmente, plus celle-ci émet de globulins indépendants, tandis qu'à mesure que cette vitalité diminue, ces mêmes globulins sortent associés de manière à constituer des conferves et des rubans. Souvent même, ils ne forment qu'une seule lanière qui, grossissant de plus en plus, se tourne en hélice; on reconnaît ces circonvolutions, quand une partie de cette hélice est déjà sortie de l'utricule. Or, cette hélice finit aussi, à l'intérieur, par se mouler contre la surface interne de l'enveloppe utriculaire qui, après avoir résisté, un certain temps, à la pression qui la pousse du dedans au dehors, se rompt et laisse en liberté la lanière interne qui affecte la forme utriculaire et peut vivre comme utricule. Plus souvent, cette lanière se tourne sur elle-même en peloton.

De ces dispositions il résulte des formes d'utricules en tout comparables à celles des animalcules

PAGES.

dont la même origine a été indiquée dans le premier volume : nouveau rapprochement frappant entre les infusoires et les animalcules.

## CHAPITRE IX.

### DES UTRICULES VÉGÉTALES APRÈS LEUR MORT.

76. Plus la vie est active chez les infusoires, plus la disgrégation de leur enveloppe ou sa décomposition est rapide après la mort. Dans le cas où cette vitalité est beaucoup moindre, la décomposition se fait dans un temps sensiblement plus long. Pour les utricules végétales, après qu'elles ont cessé de vivre, la décomposition est plus lente encore. Il en est de même de celle de leurs organes internes : ils se comportent comme des conferves mises en digestion dans de l'eau et qui cependant finissent par se résoudre en granules ; les cellules végétales, en effet, nous ont, dans beaucoup de cas, laissé voir leur constitution cellulaire.

77. Les utricules végétales semblent être les résultats d'associations innombrables de globules organiques dont les forces vitales, ou les volontés réunies constituent une immense république fédérative.

Si donc, par des engrais trop riches, on surexcite la vitalité de ces molécules intégrantes, on accélère leur disgrégation, et ces éléments, mis en liberté, deviennent de vraies monades ; d'où il résulte de grandes lacunes dans les tissus végétaux, et des solutions de continuité dans la marche des sucs séveux. — Ces troubles dans la circulation peuvent entraîner la mort du végétal. — Toute autre cause d'ailleurs qui produira les solutions de continuité aura les mêmes conséquences nuisibles.

## CHAPITRE X.

### DE L'ORGANISATION DU TISSU CELLULAIRE.

78. Deux opinions ont été émises sur l'origine et la formation du tissu cellulaire.

Les uns admettent que les utricules végétales, d'abord petits ellipsoïdes, augmentant incessamment en nombre et en volume, finissent par se toucher et se serrer ensuite les uns contre les autres, jusqu'à affecter des formes polygonales et finir par se coller au moyen d'une sorte de gelée particulière.

Les autres pensent que le liquide, destiné à constituer une certaine quantité de tissu cellulaire,
79. commence par être amorphe ; puis, insensiblement, des cellules à parois rectilignes s'y formeraient de toutes pièces. Plus tard, quand ce tissu trop vieux vient à se désorganiser, des lacunes et des cellules isolées s'y laissent apercevoir.

81, 82, 83. L'auteur croit que ces deux opinions sont vraies toutes les deux, selon les cas ; car si l'on rencontre incontestablement, dans les tissus lâches, des cellules indépendantes qu'il regarde comme des travaux d'animalcules d'une même famille, dans d'autres, les tissus cellulaires sont entièrement comparables à ces travaux d'infusoires de diverses tribus qui ont des cloisons communes et dont on ne saurait séparer les cellules les unes des autres sans déchirement.

Tout cela n'est-il pas d'ailleurs conforme aux observations de M. Mirbel sur les travaux de phytons infiniment petits, construisant, de toutes pièces, des utricules dans les tissus du *Cordyline australis* et du *Dracœna Draco* ?

PAGES.

## CHAPITRE XI.

### DE LA COMPOSITION CHIMIQUE DES VÉGÉTAUX.

84. Les différences entre les végétaux proprement dits et les animaux supérieurs, au point de vue de leur composition chimique, sont incontestablement très-tranchées; mais, à mesure qu'on descend au bas des deux séries, ces différences s'amoindrissent, et quand enfin on arrive aux derniers échelons, ces mêmes différences cessent d'être appréciables.

85. En outre, à ce point de départ de l'organisation, on trouve une matière éminemment animalisée. La cellulose, qui, à la vérité, constitue la charpente de l'édifice végétal, n'est donc pas plus le type particulier du règne végétal que les os celui du règne animal. A mesure que l'édifice végétal s'augmente, la matière ternaire s'y accumule; mais, à son origine, à sa première apparition, le rudiment primitif du végétal est aussi azoté que le rudiment d'un animal proprement dit; cette matière glutineuse desséchée contient 17 à 19 centièmes d'azote. Seulement, placé dans des conditions de nutrition différentes de celle des animaux, le tissu végétal finit par être moins azoté que les tissus des animaux.

86. L'organisation cellulaire des enveloppes des grains d'amidon est démontrée par la disgrégation de celles-ci en granules de 0,02 de millimètre, quand on les soumet, dans l'eau, à une chaleur de 150°. D'ailleurs, à l'aide du microscope, on peut directement reconnaître cette constitution des enveloppes des grains d'amidon, si l'on expose une pomme de terre, pendant un certain temps, à la chaleur d'un four, pourvu que cette chaleur ne la brûle pas, ni même ne la dessèche pas complètement.

87. L'analogie porte à croire que les granules de 0,02 de millimètre sont aussi composés d'autres granules plus petits, qui, par leur exiguité, échappent à la vue, aidée même des meilleurs instruments amplificateurs; et si, à la vérité, l'amidon, supportant une chaleur de 160° dans la machine à Papin, paraît dissout, rien ne nous prouve qu'il n'est pas composé de granules très-petits altérés déjà, il est vrai, dans leur composition moléculaire, puisque, passant à l'état de dextrine, il cesse tout-à-coup d'être coloré en bleu par l'iode. Mais si la chaleur est poussée jusqu'à 160° et qu'on ajoute une molécule d'eau à la dextrine, elle passe à l'état de sucre cristallisable. Ici, il semblerait que la désorganisation végétale est complète, car elle se comporte, par le fait de sa faculté de cristalliser, comme ces matières inorganiques qui, glissant les unes près des autres et obéissant aux affinités moléculaires, arrivent à se grouper en cristaux plus ou moins réguliers, et indiquent ainsi un point de passage entre la matière organisée et la matière inorganique.

88. Rapprochement entre la caséine comparée à la fibrine et la dextrine relativement à l'amidon.

## CHAPITRE XII.

### DU PREMIER CARBONE DES PLANTES PRIMITIVES.

89. Les végétaux étant considérés ici comme des associations immenses d'infiniment petits, vivant en commun, il est rationnel de penser, *à priori*, que ce genre de vie collective entraîne des modifications importantes dans la manière de vivre de ces molécules animées et qu'il doit en résulter des manifestations vitales toutes spéciales.

PAGES.

C'est ainsi que la décomposition de l'acide carbonique de l'atmosphère par les parties vertes des végétaux, et sous l'influence solaire, est un fait capital acquis à la science; mais s'il donne l'origine du carbone qui sert à l'accroissement des plantes, il est sans valeur pour indiquer le procédé que la nature a suivi pour trouver celui des plantes primitives, quand celles-ci n'existaient pas encore, et que tout le carbone de notre planète était à l'état d'acide carbonique dans l'atmosphère, qui contenait, en outre, en grande quantité, bien d'autres toxiques.

Avant qu'aucun être organisé pût vivre, il fallait que l'atmosphère fût débarrassée de la majeure partie de ces poisons et que, par conséquent, une quantité notable de l'acide carbonique qui le viciait fût décomposée : ce que ne pouvaient faire les plantes qui n'étaient pas créées. Il faut donc aller chercher ailleurs la force nécessaire à cette décomposition.

91, 92. Or, après la formation du noyau terrestre, l'atmosphère gazeuse qui l'entourait était formée, comme ce noyau, de couches de densités différentes qui, animées de vitesses diverses, frottaient les unes sur les autres, se chargeant ainsi d'électricité de signes différents ; et, comme l'on sait que la croûte extérieure de la terre est négative, il faut en conclure que la couche inférieure encore en fusion est positive, ainsi que la couche gazeuse extérieure.

L'expérience a constaté ces prévisions, qui ne s'opposent pas, du reste, à ce que des vapeurs terrestres, chargées de la même électricité que la terre, ne viennent s'adjoindre aux couches positives de l'atmosphère.

93. On peut donc considérer ce système, ou même une fraction de ce système, comme une pile, pourvu que des couches d'électricités différentes, des vapeurs, par exemple, soient réunies à des conducteurs chargés de soutirer ces électricités; et si l'on admet cette sorte de pile, on devra aussi admettre ses effets, c'est-à-dire une grande puissance de composition et de décomposition dans l'atmosphère.

C'est à cette puissance que nous attribuons la mise en liberté du premier carbone des plantes primitives et celle de beaucoup d'autres corps.

## CHAPITRE XIII.

### DE LA CRÉATION DES PREMIÈRES UTRICULES VÉGÉTALES.

94. Le carbone seul ne suffisait pas à l'organisme végétal. Les principes ternaires, quaternaires et plus compliqués encore qu'il renferme devaient lui être fournis, savoir : la cellulose et les substances
95. albuminoïdes, au moyen de l'oxygène, de l'hydrogène, du carbone, de l'azote et de plusieurs autres corps mis en présence, à l'état naissant, dans l'atmosphère, par l'influence électrique : le granule d'amidon semble le premier rudiment végétal organisé.

Analogie de forme des grêlons avec les utricules végétales.

96. Premières utricules organiques vivant dans les hautes régions de l'atmosphère, dans les temps primitifs, où une chaleur intense régnait encore à la surface de la terre. — Descente progressive de ces utricules vers celle-ci, à mesure que la température s'abaissait. — Dépôts de leurs cadavres sur la terre ou dans les eaux.

97. Effets variés qui ont dû se produire, à mesure que la conflagration générale diminuait.

98, 99. Molécules organiques renfermées dans les dépôts de corps divers à la croûte terrestre, même dans les roches plutoniques : filons de métaux natifs; dépôts de carbone cristallisant, etc. — Circonstances particulières qui accompagnent souvent les gisements d'or et de pierres précieuses.

PAGES.

## CHAPITRE XIV.

### INTERVENTION DE L'ÉLECTRICITÉ DANS LA NUTRITION DES PLANTES.

### § Ier.

#### DE L'ATTRACTION DE L'ÉLECTRICITÉ PAR LES FEUILLES.

101. Pour que les germes de vie qu'on a supposés formés dans l'atmosphère, avec des éléments isolés, à l'état naissant, par les forces dont elle dispose, pussent acquérir un développement complet, il a fallu qu'ils vinssent s'implanter sur la terre suffisamment refroidie ; et là, au milieu d'un sol déjà fertilisé par les détritus des cadavres des molécules organiques qui avaient vécu précédemment dans l'atmosphère, la végétation étala sa première et luxuriante vigueur. Les végétaux de toutes sortes s'élevèrent dans l'air par leurs tiges, tandis qu'ils labouraient la terre de leurs racines. De là, communication établie entre la terre et l'atmosphère par toutes les pointes dont ces organes sont armés ; communication prouvée par de nombreuses expériences.

102. Et, en effet, la foudre est soutirée des nues par les arbres isolés et par ceux qui vivent en massif ; les mâts des navires sont, par les temps d'orage, couronnés à leur pointe par le feu St.-Elme, et les édifices élevés et pointus sont frappés du tonnerre beaucoup plus souvent que les autres. En remontant les temps historiques, on acquiert d'ailleurs la preuve que ces phénomènes étaient

103. beaucoup plus sensibles qu'aujourd'hui, où des faits nombreux viennent cependant encore constater de pareils effets.

104. Pourquoi donc serait-on étonné que les pointes dont les végétaux grands et petits sont armés attirassent l'électricité de la terre et de l'air, comme le feraient toutes autres pointes, et que, dès leur apparition, elles fussent parvenues ainsi à modérer les réactions électriques violentes qui devaient avoir lieu auparavant ?

105. Ces considérations, appuyées de nombreux exemples, prouvent l'influence de la culture et de la sylviculture sur l'état climatérique d'une contrée.

### § II.

#### DE L'ATTRACTION DE L'ÉLECTRICITÉ PAR LES RACINES DES PLANTES.

106. Il est prouvé que, si la foudre se dirige souvent, de haut en bas, de l'atmosphère vers la terre, il y a aussi des cas nombreux où ce même fluide s'échappe de la terre vers cette atmosphère. Pourquoi les racines aussi n'en soutireraient-elles pas des terrains où elles sont implantées et n'établiraient-elles pas des courants ascendants, comme les feuilles en déterminent en sens inverse ?

107. Des observations nombreuses prouvent qu'il doit en être ainsi.

PAGES.

§ III.

DES RAPPORTS ENTRE LES ACCROISSEMENTS DES VÉGÉTAUX ET LES INFLUENCES ÉLECTRIQUES QU'ILS SUBISSENT.

108. Les passages de l'électricité, soutirée par les racines et les feuilles, se font ordinairement sans danger pour les tissus végétaux.

Aussi, quand la terre, privée de ces innombrables paratonnerres, est mise à nu et exposée à l'action des météores par l'enlèvement des foins et des moissons et par les déboisements, les orages

109. se montrent plus fréquents et plus violents.

110, 111. Si l'électricité introduite dans les plantes favorise leur accroissement, celles qui offrent le plus de pointes ne doivent-elles pas croître plus rapidement que les autres? Cette présomption est confirmée par l'expérience.

## CHAPITRE XV.

DE L'ASCENSION DE LA SÈVE ET DE LA CAUSE PRINCIPALE A LAQUELLE IL FAUT L'ATTRIBUER.

112. Il semble que la force de l'endosmose, à laquelle on a attribué l'ascension de la sève, n'est pas, à elle seule, capable de produire cet effet que d'ailleurs un toxique fait cesser.

113. L'auteur attribue principalement l'ascension de la sève aux mouvements de systole et de diastole de la cellule végétale. Cette ascension est aidée par plusieurs causes et, en particulier, par l'expansion, dans les tissus, des gaz de la sève que détermine l'action de la lumière solaire. Toutefois, l'auteur pense que l'électricité intervient dans cette importante fonction de la vie végétale.

## CHAPITRE XVI.

DE LA MANIÈRE DONT L'ÉLECTRICITÉ EXERCERAIT SON INTERVENTION DANS L'ORGANISME DES PLANTES.

§ Ier.

ANALYSE DES RECHERCHES MODERNES SUR L'ÉLECTRICITÉ DANS LES VÉGÉTAUX.

114. Les opinions de MM. de la Rive et Becquerel père s'accordent sur l'influence puissante que la végétation, sur les continents, doit exercer, eu égard aux états électriques différents de la terre

115. et de l'atmosphère. M. Wartmann a tiré, de ses propres expériences, des conséquences à peu près semblables à celles de ces auteurs.

Une fois qu'une graine, semée en terre, a développé ses premières racines et ses premières feuilles, avec le secours des aliments dont la nature l'avait dotée antérieurement, elle commence à soutirer les électricités de la terre et de l'atmosphère.

L'électricité négative du terrain suit naturellement la surface de la tige, ou du moins la partie

PAGES.

humide de la cuticule, et cette électricité doit être plus sensible aux parties inférieures du végétal.

Quant à l'action des pointes en l'air, c'est-à-dire des feuilles et des autres parties vertes munies de pointes, l'électricité positive de l'air qu'elles peuvent soutirer, descendant par la surface, neutralise une partie de l'électricité ascendante.

116. La recomposition du fluide naturel, opérée ainsi, pourrait même annuler fréquemment l'électricité négative de la cuticule, si les vapeurs négatives émanées de la terre n'établissaient pas la supériorité de l'état négatif de cette cuticule, état reconnu par les savants précités.

117. Quant à l'électricité positive que ces mêmes savants s'accordent à admettre dans la partie interne de la tige, ne pourrait-on pas l'attribuer à la sève ascendante dont l'électricité affecterait le signe positif, par suite du frottement qu'elle éprouve avant de s'introduire dans l'intérieur des racines en vertu de la force de succion de celles-ci, frottement qui déterminerait, dans cette sève, un état électrique inverse de celui du terrain contre lequel elles se frottent. La sève ascendante serait donc positive. L'auteur cite plusieurs expériences qui lui semblent corroborer ses conclusions.

118, 119. On conçoit, du reste, que des courants horizontaux, cheminant par les rayons médullaires, doivent tendre à neutraliser constamment l'électricité négative de l'écorce et l'électricité positive des parties centrales.

Rien donc ne semble s'opposer à ce que les végétaux soient considérés comme des conduits naturels par lesquels s'opère une neutralisation régulière et inoffensive des électricités terrestres et atmosphériques, et à ce qu'on regarde la terre et l'atmosphère comme les deux éléments d'une couple voltaïque ayant pour conducteurs les membranes végétales.

## § II.

### DE L'ACTION DE LA LUMIÈRE SOLAIRE ET DE CELLE DE LA CELLULE SUR LA VIE VÉGÉTALE.

120. Des dépôts d'électricités antagonistes, infiniment petits et subdivisés à l'infini, ayant, en outre, des communications nombreuses par les rayons médullaires, peuvent agir sur toutes les parties les plus secrètes des plantes; et aux feuilles, ces deux électricités détermineraient la décomposition de l'acide carbonique de l'atmosphère qui y aurait pénétré par les stomates. De là, production de carbone, à l'état naissant, et propre à la nutrition de la plante, et excès d'oxygène. Cette décomposition aurait lieu ainsi dans les végétaux, par des réactions électriques et non par la vitalité du végétal, si ce n'est cependant que cette vitalité déterminerait l'ascension de la sève, à laquelle serait due l'introduction d'une électricité positive, en opposition à l'électricité négative de l'écorce.

121. L'action des deux électricités déterminerait aussi la mise à nu de l'hydrogène, de l'oxygène et de l'azote, à l'état naissant et tout prêts à être assimilés.

122. Comment comprendre cette assimilation? Or, un végétal est la somme d'une multitude infinie de cellules ou de dérivés de cellules, et la vitalité de ces cellules doit être d'autant moins masquée par la décomposition de l'acide carbonique, due aux réactions électriques, que ces réactions sont moins surexcitées par les rayons solaires, c'est-à-dire, quand le soleil est voilé, et plus encore, quand le jour a fait place à la nuit; et, en effet, l'expulsion de l'acide carbonique, que nous attribuons à la vitalité de la cellule qui brûle du carbone, comme tout autre être animé, devient alors bien plus manifeste.

C'est en vain, pour nous, qu'un chimiste célèbre, Liebig, a dit que l'expulsion de l'acide carbonique par les plantes n'était pas un acte vital, puisque des fruits, arrachés de l'arbre qui les portait, continuaient à rejeter de l'acide carbonique.

123. Pour nous, au contraire, les utricules animées dont ces fruits, arrachés à l'arbre, se composent,

PAGES.

sont encore vivantes ; mais cette vitalité subsiste encore long-temps, et cette longévité est surtout incontestable dans les graines. Nous regardons donc la production de l'acide carbonique de la part des végétaux comme un acte essentiellement vital.

Nous considérerons donc, dans les végétaux, deux actions fort distinctes : la première toute physique, toute électrique et indépendante de la volonté de ces végétaux ; la seconde, vitale et chimique, consistant en une absorption d'aliments préparés, en une combustion de carbone et de principes carbonés et azotés et en une assimilation des produits formés au milieu de ces actions diverses.

124. Il y a, en outre, lieu de penser que l'électricité, soutirée par les racines, concourt à la rapidité de
125. la circulation végétale.—Nous citons ici un fait à l'appui, qui est digne d'appeler l'attention des
126. physiologistes.

## CHAPITRE XVII.

### DE LA RESPIRATION VÉGÉTALE COMPARÉE A CELLE DES ANIMAUX.

127. Les partisans de la division tranchée des deux règnes appuyaient leur opinion sur la propriété que possèdent les végétaux de décomposer l'acide carbonique de l'air et de rendre de l'oxygène à l'atmosphère, tandis que les animaux lui en absorbent sans cesse, et voulaient établir une sorte de cause finale à ces effets qui auraient pour but de tenir constant l'état de l'atmosphère.

Or, d'abord la division tranchée qu'ils soutiennent est niée par un grand nombre de savants du
128. premier ordre, et, en second lieu, pour que l'état de l'air atmosphérique fût resté le même depuis de longues années, il aurait fallu que la quantité d'oxygène, rendue à l'atmosphère par les plantes, eût été toujours la même que celle que lui ravissent les animaux, et qu'en même temps le rapport entre le nombre des végétaux et des animaux n'eût pas varié.

Or, tout tend à prouver le contraire ; car la première végétation établie dans les temps primitifs a, au dire général, dû sa richesse et sa vigueur excessive à une atmosphère beaucoup plus chargée qu'à présent d'acide carbonique. Il a donc fallu que les végétaux nettoyassent cette atmosphère avec plus d'énergie que les animaux, toujours croissant en nombre, ne la viciaient, et s'il y a eu un moment où l'équilibre a existé, est-il certain que cet équilibre ait persisté jusqu'à présent?

129. Cela semble impossible avec toutes les causes de destruction des végétaux, d'une part, et l'ac-
130,131. croissement des populations, de l'autre, et toutes les causes de production d'acide carbonique qui en découlent et qui résultent non-seulement des combustions rapides de carbone, mais aussi des décompositions lentes des végétaux et des animaux après leur mort.

On aurait donc tort, selon l'auteur, de s'étayer sur cette prétendue égalité entre les deux effets antagonistes, pour défendre la ligne de démarcation entre les animaux et les végétaux.

En définitive, la cellule végétale, en respirant, produit de l'acide carbonique comme tous les animaux, et le végétal, réunion de cellules, par les électricités différentes qu'il renferme, décompose une certaine quantité de l'acide de l'air.

Ainsi, de cette manière, serait comprise la cause de la double production, complètement inexpliquée jusqu'ici, d'acide carbonique et d'oxygène.

132. Outre la décomposition de l'acide carbonique par les plantes, on peut admettre celle des composés azotés de l'atmosphère et dont les corps constituants sont livrés comme aliments aux végétaux ; mais, outre cela encore, les plantes ne trouvent-elles pas de semblables aliments déjà tout faits dans l'atmosphère? La présence de l'ozone dans l'air semble confirmer cette opinion, et il y a lieu

PAGES.

de croire que lui sont fournis aussi de l'hydrogène, du carbone, de l'azote, etc., par des décompositions dues aux forces électriques de l'atmosphère elle-même.

133. Est-il bien sûr encore que ces molécules organiques vivantes, qui nagent dans l'atmosphère, ne viennent pas, toutes formées déjà, s'ajouter, se transfuser, si l'on ose parler ainsi, dans les tissus végétaux, où, recevant une sorte d'éducation plus ou moins longue, elles finissent par s'assimiler aux utricules du végétal? Cette opinion hardie semble dépassée par des expériences récentes qui prouvent que les granules du sang d'un vertébré, introduits dans le sang d'un autre vertébré d'une espèce même fort différente, peuvent s'y nationaliser si bien que bientôt ils augmentent, de leur force vitale particulière, celle de l'individu qui les a reçus dans ses veines.

134. On pourrait en dire autant des gaz provenant de la décomposition des matières organiques et des molécules organiques que cette décomposition met en liberté, soit dans le sol, soit dans l'air, de manière à être absorbés par les racines ou par les stomates.

## CHAPITRE XVIII.

### CONCLUSION.

135. Dans le cours de toutes les observations qui précèdent, les seules différences qu'on a trouvées entre certains animalcules des infusions végétales ou leurs travaux et les organes élémentaires des végétaux, n'ont porté que sur la somme de vitalité dont les uns et les autres sont animés.

136. Tout cela concorde avec des opinions déjà émises par des savants des plus distingués et no-

137. tamment par les expériences de Mirbel sur le *Cordyline australis* et sur le *Dracæna Draco*.

Ces rapprochements, si nombreux entre la cellule et un travail d'infusoires, ou même d'un infusoire, ne peuvent plus se faire entre un végétal tout entier composé d'un nombre infini de cellules et un animal d'un ordre un peu élevé.

Toutefois, dans les végétaux les plus développés, il y a certaines parties qui jouissent d'une animation propre et semblent participer aux manifestations de vitalité des organes les plus irritables des animaux supérieurs.

138, 139. On passe en revue, pour le prouver, les contractions en spirale des plus minces filets des racines, des vaisseaux séveux des feuilles, et l'on insiste surtout sur l'excitabilité de celles du *Dionæa*, sur les mouvements saccadés des grains de pollen, sur l'irritabilité de l'*Ipomœa sensitiva*, de l'*Amaryllis saltatoria*, etc., enfin sur l'épanchement du pollen du *Berberis vulgaris*.

140. La vie végétale et la vie animale, identiques à leur point de départ, affectent, à mesure qu'elles s'éloignent de ce point, des allures plus ou moins différentes; mais le Créateur ne paraît pas avoir favorisé, en définitive, les uns plus que les autres.

141. Les végétaux ne sont que d'immenses polypiers.

Quand on songe à l'excessive prodigalité avec laquelle la vie est semée partout à la mince surface de notre planète, on ne saurait croire que la vie s'arrête entre de si étroites limites; et sans doute aussi sont habités par des êtres dont l'organisme nous est inconnu, les autres satellites de notre soleil et ceux qui probablement gravitent aussi autour de toutes les étoiles du firmament.

142. Nous ne saurions croire que les immenses espaces du monde sidéral ne seraient que de vastes solitudes glacées par le néant, et qu'il n'existe pas, entre toutes les parties du ciel, des communications sans nombre et qui marchent avec la rapidité de la pensée.

143. Au nombre de ces relations, il faudrait comprendre celles qui mettent les êtres organisés en rapport avec le monde extérieur, et c'est toujours encore l'électricité que nous appelons à notre

PAGES.

aide et que nous croyons soutirée aussi bien par les pointes dont sont recouverts les animaux, que par les feuilles et les racines chez les plantes; car la vitalité va toujours en croissant comme le
144. nombre de ces pointes, et les oiseaux sont, sous ce rapport, en tête de la création; chez l'homme, l'intelligence et la forme du langage qui la révèle se développent en même temps que les pointes déliées surgissent à son jeune et impressionnable épiderme.

145. Avant d'en finir, la curiosité, vivement éveillée par ce qui précède, se demande quel est donc ce mystérieux agent qui, tour-à-tour, se fait calorique ou lumière, tonnerre exterminateur ou fluide bienfaisant, agent chimique et magnétique, et qui, s'associant à tous les phénomènes, paraît, jusqu'à un certain point, participer à la nature divine et se poser comme un intermédiaire entre le Créateur et la créature?

Or, la Genèse semble l'avoir défini par ce *spiritus immensus* qu'elle fait apparaître au premier jour de la création, avant même qu'il ait été dit à la lumière de paraître, sur la matière toute fluide et qui n'était encore qu'une terre incomposée et un abîme invisible.

146, 147 Cette indication coïncide avec l'état actuel de la science dont les progrès incessants conduisent à
et 148. considérer la lumière, le calorique, les fluides électrique et magnétique comme des modifications d'un même principe. Ce serait lui qui se révélerait à l'homme de la manière la plus imposante par le grondement du tonnerre, et qui, dans la matière organisée, dirigerait, selon nous, les instincts variés de tous les animaux, provoquerait le sentiment des hautes sciences chez l'homme, ainsi que celui du beau idéal dans les arts, et qui enfin, s'il cessait d'être, ne laisserait après lui qu'un désert muet et inanimé.

FIN DE LA TABLE.

# NOTE.

## EXPÉRIENCES D'ÉLECTRICITÉ VÉGÉTALE.

Nous avons cherché à établir, sur un certain nombre de faits que l'expérience des siècles a consacrés, que les végétaux armés de pointes en l'air et de pointes souterraines attirent l'électricité atmosphérique ambiante et celle du terrain au milieu duquel ils sont implantés, comme le feraient d'ailleurs tous les autres corps terminés de la même manière. Il se présentait, toutefois, une circonstance, reconnue par des observations dont la source nous paraissait trop respectable pour être révoquée en doute, et qui semblait contredire cette théorie. Par une anomalie imprévue, l'électricité de la sève ascendante, venant du terrain négatif, est cependant positive, tandis que, selon ce qui précède, elle devrait être supposée négative. Mais cette anomalie nous a semblé s'expliquer naturellement par une autre observation du même auteur, qui a reconnu qu'autour des spongioles, une aiguille de platine enfoncée dans la terre s'y chargeait d'électricité positive. Car, de là à penser que cet état positif devait être attribué à l'action de ces mêmes spongioles, il n'y avait qu'un pas, et l'on se rappelle (page 117) que nous avons cru comprendre qu'il était dû à leur force propre de succion si puissante et qui, attirant, par mille petits courants, l'humidité du sol, force cette eau, naturellement négative, à acquérir le signe positif, par le frottement qu'elle subit contre les molécules terreuses. Ce frottement existe incontestablement, et cette action, qui a pour résultat de constituer les corps frottés à des états électriques différents, est le fait le plus anciennement admis dans la théorie électrique.

En résumé, la sève ascendante, quoique prise dans le sol, est déjà positive à son entrée, tandis que la sève descendante, chargée de l'électricité négative des vapeurs terrestres qui entourent la plante, est comparativement négative.

Ces deux sèves sont en contact avec l'aubier, soit directement, soit aussi par les rayons médullaires; il y a donc nécessairement une incessante et nombreuse recomposition de fluide naturel. Cela ne suffit-il pas pour faire comprendre le rôle important et pacificateur de ces milliards de milliards de végétaux répandus à la surface de la terre et qui neutralisent ainsi les antagonismes électriques de la terre et de l'atmosphère?

Mais, s'il y a recomposition continue de fluides de signes contraires, dans les innombrables canaux de l'organisation végétale, il faut en conclure que le peu qui y reste de fluides différents en liberté doit exiger, pour être constaté, un instrument sensible, comme l'électromètre.

De là à des courants comparables à ceux qui naissent au milieu des grands phénomènes électriques de l'atmosphère, il y a assurément une grande différence, et nous avons déjà fait observer qu'il fallait que les choses se passassent de cette manière pour que les organes élémentaires des plantes, si délicats dans leur jeunesse, n'en fussent pas atrophiés.

M. Becquerel père a découvert ces deux électricités de signes contraires des parties vertes de l'écorce et des couches ligneuses, au moyen de courants dérivés par des aiguilles métalliques qu'il y avait implantées. L'action de celles de ces aiguilles, qui allaient chercher le fluide positif dans les couches ligneuses, nous semble représenter parfaitement celle que nous attribuons aux rayons médullaires.

Tout cela posé, si deux fils métalliques, enfoncés, par une de leurs extrémités, dans une plante ligneuse, se dirigeaient, par l'autre, à travers l'eau d'un vase, dans deux éprouvettes, n'y a-t-il pas lieu de penser que les deux courants, dérivés par ces fils, décomposeraient, comme ceux d'une pile, une certaine quantité d'eau, si petite qu'elle fût?

Or, c'est en partant de ces données que nous avons tenté les expériences dont nous allons rendre compte.

La première a eu lieu au printemps dernier; les suivantes nous ont conduit jusqu'à l'automne.

Nous avons enfoncé, dans les couches de l'écorce d'une tige d'épicéa de 25 centimètres de diamètre, six aiguilles de laiton pénétrant jusqu'au bois. Ces aiguilles avaient 1 millimètre $\frac{1}{2}$ de grosseur, et leur extrémité extérieure était terminée par un anneau. Dans les six anneaux, un fil de laiton recuit a été passé et tourné autour du cercle de l'anneau; les deux bouts de ce fil, passant d'une même quantité de chaque côté du système des six anneaux, ont été rapprochés et tordus l'un contre l'autre. Leur extrémité a été placée sous une éprouvette plongeant dans un vase de verre. Il était évidemment destiné à donner de l'électricité positive, qu'il devait dériver des couches positives du bois.

D'autre part, une branche latérale inférieure de l'épicéa a été coupée à environ 30 centimètres de son extrémité, et au centre de la section, dans une partie ainsi encore jeune, un second fil de laiton, pénétrant dans le bois, devait fournir du fluide négatif; son autre extrémité plongeait d'ailleurs dans une seconde éprouvette, placée près de la première, dans le vase de verre.

Un peu après le lever du soleil, et par un temps serein, des bulles de gaz commencèrent à se montrer, principalement dans les éprouvettes, sur les fils et aussi dans le vase de verre. Elles se sont peu-à-peu réunies en deux bulles dont la plus grosse, qui atteignait au plus 6 millimètres de diamètre, était cependant, à la vue, le double, en volume, de celle de l'autre éprouvette. Si donc on l'attribuait à la décomposition d'une petite quantité d'eau, elle devait être de l'hydrogène, et la plus petite de l'oxygène. Il a fallu toute une journée, à partir de six heures du matin jusqu'à sept heures du soir, pour obtenir ce mince résultat, et nous avouons que nous l'aurions attribué aux bulles gazeuses qui se dégagent de l'eau frappée par les rayons du soleil, sans cette circonstance d'une bulle deux fois plus volumineuse que l'autre; car, à elles deux, elles reproduisaient les éléments de l'eau. Cette circonstance, nous nous empressons de le signaler, s'est, pour ainsi dire, constamment représentée dans presque toutes les expériences qui ont suivi.

Nous avons dû penser que nous obtiendrions plus et plus vite, en acidulant, avec de l'acide sulfurique, l'eau où plongeaient les éprouvettes. Ce moyen nous a réussi en effet, et nous avons eu ainsi, en une demi-journée de soleil, deux bulles plus grosses que les précédentes et dont le volume, dans le même rapport de 1 à 2 que tout-à-l'heure, représentait encore les éléments de l'eau. Il ne nous était donc pas possible d'attribuer l'apparition des bulles seulement à l'action solaire qui mettait en liberté les gaz contenus dans l'eau, ou à celle de l'acide sulfurique sur le laiton.

Cependant, au bout de deux ou trois jours, nous n'avons plus rien obtenu du tout. Nous avons cru devoir attribuer à deux causes cette cessation de tout effet : la première, c'est que le laiton oxydé fonctionnait mal; la seconde, c'est que l'introduction des fils de laiton dans l'écorce verte et dans le bois avait causé quelque altération grave à la vitalité des organes internes qui touchaient les fils implantés, altération qui, y arrêtant la marche de la sève, avait tari la source d'électricité que celle-ci fournissait auparavant.

Nos essais sur cet épicéa se sont bornés là.

Pour chercher à obtenir des quantités de gaz plus considérables, nous avons pensé qu'il y aurait avantage à opérer sur de plus grands arbres, et nous avons choisi, pour sujets d'expérience, dans notre enclos du Saut-de-la-Cuve, deux hêtres : l'un de 70 centimètres de diamètre, à 60 centimètres au-dessus du sol, et l'autre de 90 centimètres de diamètre, à 70 centimètres de hauteur au-dessus de ce même sol. La cime de ces arbres recevait le soleil toute la journée; mais une de leur moitié n'était frappée de ses rayons que vers neuf heures du matin.

Un nombre d'aiguilles, semblables à celles des cas précédents, furent enfoncées jusque dans les couches ligneuses. On avait pris le soin d'enlever l'écorce autour de ces fils, afin d'empêcher tout contact entre elles et les aiguilles. D'autres aiguilles, pliées à angle droit à une de leurs extrémités aiguisées en pointes, s'enfonçaient, d'autre part, dans la partie verte de l'écorce. Dans le plus petit hêtre, il y avait vingt-quatre aiguilles, et cinquante-six dans le plus gros.

Cette fois, les résultats furent plus marqués, même avec de l'eau pure; et avec de l'eau acidulée, la plus grosse bulle atteignit dans une journée jusqu'à 11 à 12 millimètres de diamètre, toujours dans l'éprouvette destinée à l'hydrogène; mais, comme précédemment, cette bulle était d'un volume double de l'autre. Nous ne pûmes obtenir davantage, attendu que, pendant la nuit, elles disparaissaient presque en totalité.

Après un certain nombre de jours, cessation complète d'action attribuée par nous encore à la même cause que dans les autres cas. D'ailleurs, les aiguilles retirées de l'arbre, étant recouvertes de vert de gris, il y avait lieu de croire qu'elles avaient empoisonné les cellules et les vaisseaux qui les touchaient, lesquels ne transmettaient plus de sève et, par conséquent, plus d'électricité.

Aussi, pour ne pas avoir à redouter cette chance dans d'autres expériences plus en petit, nous avons employé, sur un jeune épicéa dont nous avions coupé la flèche, des fils de platine dont l'un pénétrait dans le centre de la section et l'autre dans l'écorce encore entièrement verte. Nous avons encore eu les mêmes résultats, si ce n'est que les bulles ont apparu un peu plus long-temps. Mais, au bout d'un certain nombre de jours, il y a eu encore cessation de mise de gaz en liberté; mais aussi les fils de platine eux-mêmes étaient un peu altérés à leur surface.

Pendant les premiers jours du mois de septembre de cette année 1858, le beau temps avait encore fait marcher la végétation; mais après cela des brouillards le matin et des nuages pendant la journée ayant intercepté les rayons du soleil, toute manifestation de bulles cessa, et, selon nous, il devait en être ainsi; car alors il n'y avait pas d'électricité négative fournie aux végétaux par l'évaporation de l'humidité du terrain, et, par conséquent, plus de décomposition.

A la suite d'une grande sécheresse, et quand le terrain ne donnait plus lieu à aucune évaporation, toute action cessait ; mais on la faisait renaître à volonté par un arrosement artificiel et sous l'influence de la lumière solaire.

Quoique les expériences que nous venons de faire passer sous les yeux du lecteur n'aient produit que de faibles résultats (et nous avions prévu qu'il en serait ainsi), elles nous paraissent toutefois conduire à admettre une décomposition d'eau dans les tissus des plantes, là où les deux sèves sont charriées par les rayons médullaires; et, s'il y a ainsi décomposition d'une certaine quantité d'eau, le même antagonisme doit encore produire d'autres réductions et la mise à nu des autres éléments des matières organiques qui, placées en présence les unes des autres à l'état naissant, peuvent, comme nous l'avons supposé *à priori*, constituer une matière organique.

Nous avons d'ailleurs à mentionner, à ce sujet, une circonstance que nous regardons comme fort significative.

En effet, dans toutes les expériences précitées, au fond du verre où plongeaient nos éprouvettes, nous avons toujours aperçu un petit dépôt qui, pendant long-temps, nous a fort peu préoccupé : nous le regardions comme dû à des détritus organiques qui, de l'atmosphère, étaient tombés dans le verre.

Cependant, comme toutes les fois que nous activions l'apparition des bulles, en acidifiant l'eau, nous nous apercevions que ce dépôt augmentait, nous avons dû penser qu'il pouvait bien provenir, du moins en partie, de l'action galvanique des deux fils métalliques.

Nous avons donc commencé à l'examiner au microscope, et nous lui avons reconnu tous les caractères extérieurs

d'une matière organique tantôt active, tantôt inerte. Seulement de temps en temps, au milieu de l'eau, se rencontraient de petits cristaux irréguliers d'une limpidité parfaite. Ces cristaux ont résisté à l'acide sulfurique; ils n'étaient donc pas du carbonate de chaux; était-ce du sulfate de chaux? mais les terrains, à une grande distance, n'en contiennent pas. Était-ce de la silice, ou même, par impossible, des parcelles de carbone, dues à la décomposition de l'acide carbonique?

Pour nous assurer si les dépôts provenaient de l'atmosphère, ou s'ils étaient dus à la force galvanique, une idée fort simple s'est présentée à notre esprit : nous nous sommes contenté de placer, immédiatement, à côté du verre où plongeaient les fils de platine, un autre verre tout-à-fait pareil et rempli d'eau pure. Or, ces deux verres étant restés trois semaines l'un à côté de l'autre et entièrement dans les mêmes conditions, celui qui ne contenait que de l'eau laissait à peine voir quelques traces de matière organique, tandis que le fond de l'autre en était recouvert. Après cela, il ne nous était plus possible de douter; une bonne partie, au moins, de ce dépôt devait être attribuée à l'appareil galvanique composé des couches ligneuses de l'arbre, de ses couches corticales vertes et des deux fils métalliques, sur les matières contenues dans l'eau même du verre.

Ainsi donc, la présence d'une matière organique comparable au gluten, et due à l'action galvanique, nous semble à peu près certaine, et l'apparition, dans la même eau, de molécules organiques vivantes, c'est-à-dire d'infusoires, a encore précédé ici celle de formations végétales analogues aux conferves, ainsi que nous avons pensé préalablement que cela avait dû avoir lieu aux premiers âges du monde. Ne dirait-on pas qu'il se forme ainsi, ou tout au moins qu'il se développe, à tout instant, des matières organiques dans l'atmosphère? et nous soupçonnons que pareille chose a lieu à la surface des eaux et sur la terre. Si nous l'osions, nous dirions aussi que ces détritus organiques qu'on appelle vulgairement *poussière* et qu'on ramasse sous les meubles des appartements les mieux clos, y sont soumis, en partie du moins, à un travail d'accroissement jusqu'ici inexploré. Il y aurait peut-être lieu de tenter, répéter, varier et multiplier les recherches sur des sujets qui tendraient à faire remonter jusqu'à l'origine de l'organisme.

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY
WOODS HOLE
LIBRARY
MASS.

# EXPLICATION DES FIGURES.

## PLANCHE Ire.

*Figure* 1. — Tige du *Cucurbita Pepo*. Une utricule du tissu de cette tige. Contour polygonal. Cils flétris aux angles. Deux enveloppes successives. Organe respiratoire très-peu indiqué, ainsi qu'une bouche et un anus.

*Figure* 2. — Dans cette utricule, dont l'origine est la même, bouche et anus plus distincts que dans la figure 1.

*Figure* 3. — *Idem.*

*Figure* 4. — Bouche et anus mieux indiqués encore. Même origine que pour les utricules qui précèdent et qui suivent.

*Figure* 5. — Utricule émettant de nombreux corps internes.

*Figure* 6. — Orifices antérieur et postérieur très-marqués. Corps émis.

*Figure* 7. — *Idem.*

*Figure* 8. — De même que dans la figure 2.

*Figure* 9. — De même que dans la figure 5, si ce n'est que les deux orifices sont complètement indiqués.

*Figure* 10. — Bouche très-indiquée. L'utricule, vide de ses germes reproducteurs, laisse apercevoir une seconde enveloppe fort distincte.

*Figure* 11. — De même que pour l'utricule 9.

*Figure* 12. — De même que pour l'utricule 9, sauf qu'on y voit un orifice expiratoire, comme chez les animalcules.

*Figure* 13. — De même que pour l'utricule 11.

*Figure* 14. — *Idem.*

*Figure* 15. — Utricule flétrie comme une vessie desséchée.

*Figure* 16. — Utricule plus desséchée encore.

*Figure* 17. — Deux utricules accouplées. Elles sont vides.

*Figure* 18. — Utricule pertuisée trouvée dans le parenchyme d'une feuille d'iris.

*Figure* 19. — *Idem.*

*Figure* 20. — Utricule tirée d'une baie de myrtille. Orifices antérieur et postérieur. Orifice expiratoire et fente longitudinale très-bien indiquée.

## PLANCHE II.

*Figure* 1. — Utricule tirée d'une baie de *Solanum tuberosum* dont la constitution cellulaire de l'enveloppe est très-nettement caractérisée, ainsi qu'une fente longitudinale.

*Figures* 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 *et* 18. — Utricules isolées trouvées dans le tissu cellulaire de la baie du *Solanum tuberosum*.

*Figure* 19. — Utricule libre dans le parenchyme d'une semblable baie. Son enveloppe paraît formée d'une lanière tournée en hélice.

*Figure* 20. — Cils vibratils puissants à la partie antérieure, ainsi qu'à la postérieure.

*Figures* 21, 22 *et* 23. — Utricules de la tige du *Solanum T.* Dans ces trois figures, la bouche est incontestablement marquée, ainsi que les cils vibratils. Dans la figure 21, on remarque un appareil respiratoire. Dans la figure 22, il y a deux orifices pareils marqués par des granules placés les uns près des autres, comme dans les vieux animalcules où se manifeste un commencement de disgrégation.

## PLANCHE III.

*Figure* 1. — Utricule du parenchyme d'une baie de tomate. On y voit deux autres utricules internes ou germes accouplés. Deux petites vorticelles réunies par un cordon commun.

*Figures* 2, 3 *et* 4. — Utricules de même origine, munies d'une bouche et d'un anus avec sphincter dans la figure 2. On voit, dans leur intérieur, une utricule de forme vorticellaire avec queue. Dans la figure 2, une grosse utricule était venue appliquer sa bouche contre la surface interne de l'enveloppe-mère.

*Figure* 5. — Utricule où l'on distingue nettement une ligne séparative du haut en bas. Au point *a*, les deux bords de cette séparation sont écartés et constituent, comme chez les infusoires, un organe expiratoire.

*Figure* 6. — Utricule de la même baie, avec deux germes internes accouplés et commençant à émettre leurs germes.

*Figure* 7. — Utricule avec bouche et anus. Dans son intérieur est une vorticelle avec queue et bouche. La bouche est garnie de petits pédicules surmontés d'un bouton. Quatre utricules internes en *a* sont accouplées bout-à-bout. (Baie de tomate.)

*Figure* 8. — Utricules de la même baie. Deux organes internes y sont aussi accouplés.

## PLANCHE IV.

Utricules tirées d'un parenchyme des baies de tomate :

*Figure* 1. — 1° Utricules renfermant trois germes internes, semblables à des vorticelles avec leurs queues. L'un de ces organes sort de l'utricule-mère qu'il a percée avec sa bouche.

*Figure* 2. — 2° Une même utricule que la précédente. Un seul orifice. Deux enveloppes. Germes internes.

*Figure* 3. — 3° Utricule avec bouche en goulot. Orifice semblable à celui qui sert à l'expiration chez les animalcules d'infusion.

*Figure* 4. — 4° Utricule avec bouche pareille à la précédente. Cette utricule est divisée en quatre parties distinctes. Ouverture semblable à l'orifice expiratoire des infusoires.

*Figure* 5. — 5° Utricule à quatre bouches en goulot. Deux enveloppes.

*Figure* 6. — 6° Utricule avec bouche très-prononcée et organe semblable à celui par lequel expirent les animalcules ; cils puissants.

*Figure* 7. — 7° Utricule à ligne médiane nettement dessinée.

*Figures* 8 *et* 9. — 8° Utricule sur laquelle se distinguent une bouche, un anus, un orifice expiratoire et une ligne médiane. En se desséchant sur le porte-objet, l'enveloppe mince du n° 8 s'est contractée en mailles nombreuses.

*Figure* 10. — Utricule d'une baie de myrtille avec granules internes et bouche en goulot.

## PLANCHE V.

*Figures* 1, 2, 3 *et* 4. — Utricules extraites du tissu cellulaire de la courge (*C. Pepo*). Deux ouvertures et ligne médiane dans les figures 1 et 4 ; on voit un sphincter parfaitement dessiné.

*Figures* 5, 6, 7, 8 *et* 9. — Utricules du parenchyme de la prune.

*Figure* 10. — Utricule de la baie du *Phytolacca Decandra.*

*Figures* 11, 12 *et* 13. — Utricules de la truffe avec des truffinelles.

*Figure* 14. — Animalcule d'une infusion de truffe. Ressemblance frappante entre les animalcules et les truffinelles.

*Figure* 15. — Grain d'anthères du *Cucurbita Pepo* accouchant de ses germes internes.

## PLANCHE VI.

*Figures* 1 *et* 2. — Utricules d'une baie de myrtille. Deux enveloppes et deux utricules internes accouplées.

*Figures* 3, 4, 5 *et* 6. — Utricules de la baie du *Solanum tuberosum.* Constitution cellulaire. Ouverture béante.

*Figure* 7. — Cellule de la même baie.

*Figures* 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 *et* 15. — Organes semblables à des vorticelles et trouvés dans le parenchyme des mêmes baies. Appareil caudal double.

*Figure* 16. — Utricule de la même baie. Bouche, anus, ligne séparative médiane, deux germes accouplés sur cette ligne médiane. Deux expansions en forme de bourgeons de chaque côté de la bouche.

## PLANCHE VII.

*Figures* 1, 2, 3 *et* 22. — Fragments de rubans trouvés dans les baies du *Solanum tuberosum.*

*Figures* 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 *et* 11. — Toutes ces utricules, trouvées dans le parenchyme du *Solanum tuberosum,* ont, les unes, des hélices internes, les autres sont, elles-mêmes, formées par des rubans contournés en hélice et dont les bords se sont soudés.

*Figure* 12. — Hélice très-caractérisée due à un enroulement et trouvée dans les mêmes baies.

*Figure* 13. — Utricule du *Cucurbita Pepo* desséchée après accouchement.

*Figure* 14. — Grande utricule d'une même baie avec une bouche, un anus, un orifice expiratoire très-dilaté et une queue en forme de stipule, au fond de la cannelure de laquelle s'abritent des filaments très-fins tournés en tire-bourres et terminés par de petits boutons.

*Figures* 15 *et* 16. — Utricules du tissu du *Caladium auritum.*

*Figures* 18, 19, 20 *et* 21. — Utricules de la baie du *Solanum ;* germes internes fort développés.

## PLANCHE VIII.

Utricules extraites de la baie du *Solanum T.*

*Figure* 1. — Grande cellule extraite de la baie du *Solanum T.* Sa forme vorticellaire est facile à reconnaître. En outre, on voyait se promener en *a* une véritable vorticelle vivante, dont la queue posait sur l'enveloppe de la grosse utricule, et en *b,* un polype vert de Tremblai, doué aussi de locomotion.

*Figure* 2. — Sur cette cellule, munie d'une bouche garnie de cils et d'un autre orifice bordé de petits pédicules montés sur un bouton, étaient encore, comme sur la précédente, deux petites vorticelles.

*Figure* 3. — Autre utricule sur laquelle était en *a* une vorticelle d'un beau vert, ainsi que deux autres plus petites en *b* et en *c.*

*Figure* 4. — Utricule amilacée. Deux germes internes unis. Une utricule semblable est attachée à la bouche.

*Figure* 5. — Utricule amilacée. Forme vorticellaire très-reconnaissable. Sur l'entourage de sa bouche est implantée la queue d'une autre utricule.

*Figures* 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 *et* 15. — Utricules amilacées avec expansions en forme de bourgeons.

*Figures* 16 *et* 17. — Utricules associées.

*Figure* 18. — Grosse utricule avec ligne séparative sur laquelle deux germes internes sont accouplés ; en *a*, *b* et *c* sont sortis des bourgeons mieux caractérisés que dans les figures précédentes.

*Figure* 19. — Utricule avec petits bourgeons sortis de son sein.

*Figure* 20. — Utricule amilacée comme presque toutes les précédentes. Germe interne à sept enveloppes successives. Accouchement en *a*.

*Figures* 21 *et* 22. — Utricules avec bourgeons.

*Figure* 23. — Deux utricules unies.

## PLANCHE IX.

*Figures* 1, 2, 3, 4 *et* 5. — Cellules de baie de myrtille accouplées.

*Figure* 6. — Quatre grosses utricules d'une baie de *Solanum tuberosum* munies de plusieurs ouvertures. Les utricules A et B sont accouplées avec la troisième C. Les utricules A, C et D ont un sphincter. L'utricule B émet en dehors des organes qu'elle contenait.

On voyait sur ces utricules des vorticelles douées de locomotion, notamment une fort belle, attachée à la surface de l'utricule C par l'extrémité de son appareil caudal.

*Figure* 7. — Deux utricules d'une baie de *Solanum* réunies par une hélice.

*Figure* 8. — Quatre utricules extraites du parenchyme d'une baie de myrtille sont unies bout-à-bout, à la manière des animalcules.

*Figure* 9. — Utricule à une seule ouverture. (Même baie.)

*Figures* 10, 11 *et* 12. — Utricules d'une baie de myrtille accouplées.

## PLANCHE X.

*Figures* 1 *et* 2. — Utricules du tissu cellulaire de la cuticule de la feuille du lis blanc. Ces utricules, pour s'associer, ont poussé en dehors des expansions cylindriques, comme on en voit dans l'accouplement des cases des conjuguées.

*Figure* 3. — Cuticule inférieure de la feuille du thé ; *a*, ruban en fer à cheval contenu dans les utricules. Stomates.

*Figure* 4. — Épiderme du *Cactus grandiflora*.

*Figure* 5. — Épiderme du *Stapelia vulgaris*.

*Figures* 6, 7, 8 *et* 9. — Utricules isolées au commencement du printemps, dans le cambium d'une tige de vigne vierge. Ces utricules contiennent des raphides qu'on peut faire sortir par une douce chaleur.

*Figure* 10. — Fragment d'une pellicule d'une vieille infusion d'écorce de chêne dans de l'eau. Ce fragment présente l'exemple d'une réuniou de presque tous les organes élémentaires qu'on trouve dans les végétaux. En A, on voit une grosse utricule construite de toutes pièces par des phytons infiniment petits ; elle est en tout comparable à ceux que de Mirbel a vu faire aux phytons dans le *Cordyline australis*.

## PLANCHE XI.

*Figure* 1. — Détail de l'organisation extérieure de la spongiole d'une radicelle d'un grain de blé dont on avait mis germer la pointe dans de l'eau. A, pointe de la spongiole. B, B', B", etc., pertuis ovales et très-apparents sur l'extérieur des enveloppes des cellules du tissu de la spongiole.

De ces ouvertures, sortaient des rubans qui, en s'allongeant, finissaient par s'étendre à des distances plus ou moins considérables et dont bon nombre ont pénétré dans les pertuis des cellules de la spongiole et même dans des systèmes de cellules qui s'étaient développées dans l'eau, près de la spongiole ; on voit des exemples de cette pénétration dans les systèmes C et C'.

Beaucoup de ces rubans étaient terminés par des renflements en forme de spatule et percés d'un trou d'où s'échappait une fovilla monadaire très-jeune.

## PLANCHE XII.

*Figure* 1. — Utricule isolée de la feuille du *Caladium auritum*, ou biforine avec ses raphides et une ouverture à chaque extrémité. — La lanière interne, composée de raphides cristallines parallèles, était droite : elle s'est tordue sur elle-même, quelques instants avant sa sortie sous forme d'aiguilles séparées les unes des autres.

*Figure* 2. — Utricule du même *Caladium*, ou biforine lançant ses aiguilles.

*Figure* 3. — Utricule isolée au milieu de la feuille du *Caladium* et ayant beaucoup de ressemblance avec les biforines. Les aiguilles cristallines internes y sont, non plus parallèles, mais perpendiculaires au grand axe.

*Figure* 4. — Utricules extraites d'un tissu cellulaire qui s'est développé au bout d'un bourgeon de *Caladium auritum* trempé dans de l'eau. Lanières cellulaires internes tenant la place des raphides.

*Figure* 5. — Utricules du tissu cellulaire du pétiole de la feuille du *Caladium*, mis en infusion dansd e l'eau : *a* et *b*, corps cristallins mobiles ; *c* et *d*, globules verts et mobiles qui, en s'associant, finissent par constituer des filaments cellulaires, comme en A et B de la figure 4, et, plus tard encore, de vraies raphides chargées de sel cristallisé.

*Figure* 6. — Autres utricules ayant même origine que les précédentes et qui contenaient des cristaux nouveaux et de forme naviculaire.

*Figure* 7. — Cases de conferves munies d'un orifice à leur extrémité, lequel a pénétré dans l'intérieur de l'utricule voisine, établissant ainsi communication entre elles.

*Figures* 8 *et* 9. — Utricules trouvées dans le tissu de la feuille du *Tussilago petasites*. Les deux rangs de ponctuations scalariformes qu'on y remarque ne sont autre chose que la suite des points de tangence de trachées internes.

*Figure* 10. — Utricule du même tissu, à trois rangs de pointes apparents dus à trois séries de points de tangence de trois trachées internes.

*Figure* 11. — Utricule du même tissu, avec un seul rang de raies dues aux points de tangence d'une seule trachée interne.

*Figure* 12. — Vieille utricule avec fente opérée par les spires d'une trachée externe.

*Figure* 13. — Vaisseau trachéen trouvé dans le parenchyme de la prune. On en voit de pareils dans presque toutes ses baies.

*Figures* 14 *et* 15. — Utricules à ruban articulé trouvées dans le cambium du saule-marceau, en temps de sève.

*Figure* 16. — Utricule de l'aubier du coudrier, en temps de sève.

*Figure* 17. — Utricule de l'aubier de l'aulne, en temps de sève. Ruban interne articulé.

*Figure* 18. — Utricule du tissu cellulaire du *Cucurbita Pepo*.

*Figure* 19. — Utricule ponctuée de même origine.

## PLANCHE XIII.

*Figure* 1. — Utricule entourée d'une trachée externe et en contenant une autre dans son intérieur. (Parenchyme de la prune.)

*Figure* 2. — Utricule à trachée interne. (Saule-osier, — tissu cellulaire.)

*Figure* 3. — Grande utricule à cinq rangées de ponctuations dues aux points de tangence de cinq trachées internes. (Même origine, — aubier.)

*Figure* 4. — Utricule du même aubier. Espaces ovalaires résultant des entre-croisements de deux grands rubans trachéens internes. Des dépôts de matières organiques finissent, en encombrant les angles des losanges formés par ces entre-croisements, par transformer ces losanges en ovales.

*Figure* 5. — Vaisseau bordé par de petites cordelettes et contenant des rubans trachéens. (Même aubier.)

*Figure* 6. — En *a* et *b*, hélices dont les circonvolutions, venant à se fermer de plus en plus, finissent par remplir, en se touchant, tout l'intérieur des utricules où elles ont pris naissance.

En *f*, hélices libres au milieu des espaces intra-cellulaires. (Même origine.)

*Figure* 7. — Hélices libres aussi en *d* et *e*. En *e*, les circonvolutions du ruban, en se touchant presque, tendent à former un vaisseau clos. (Même origine.)

*Figure* 8. — Vaisseaux clostres soudés. De l'un sort la trachée interne débandée.

*Figures* 9 *et* 9 *bis*. — Rubans libres tournés en hélice. Dans la figure 9 *bis*, il y a double ruban. (Osier.)

*Figure* 10. — Grand vaisseau, au centre duquel se forme un long clostre, au moyen d'un ruban tourné sur lui-même.

*Figure* 11. — Vaisseau (dit annulaire) engendré par des génératrices parallèles à l'axe et sur lesquelles sont contournés des bouts de trachées, ou qui sont simplement entourées d'anneaux. Origine de la forme polygonale du vaisseau. En *a*, anneaux détachés. (Tige du *Cucurbito Pepo*.)

*Figures* 12 *et* 13. — Trachées granuleuses renfermées dans les cases d'une conferve conjuguée. (*Conjugata particaulis*. — Vaucher.)

*Figure* 14. — Deux conferves conjuguées, dont les cases renferment des grains isolés, des rubans et des amas de globulins constituant une sorte d'œuf.

*Figure* 15. — Jeune trachée sortie d'un des amas de globulins d'une case des conferves précédentes.

*Figure* 16. — Deux utricules du tissu cellulaire du *Cucurbita Pepo*. Sur leur ligne de jonction, sont accouplés aussi deux germes internes.

*Figure* 17. — Moitié d'un haricot (*Phaseolus vulgaris*), vue par sa face interne.

*Figure* 18. — Haricot entier vu du côté de la radicule.

*Figure* 19. — Haricot entier vu de profil.

*Figure* 20. — Une cellule détachée de l'enveloppe extérieure du haricot, près de l'insertion du torus.

Elle contient un ruban qui a une ressemblance assez frappante avec le cotylédon *be* de la figure 17, où l'on voit, en *g*, un espace qui d'abord est libre. En *be*, serait un même ruban tourné sur lui-même, et de l'extrémité *e*, sortirait l'embryon.

## PLANCHE XIV.

*Figures* 1 *et* 2. — Pollen du lis jaune ; grain d'anthère ouvert après l'émission de la fovilla. Ressemblance frappante entre ce grain et les formations internes dans les enveloppes des infusoires, et qui deviennent elles-mêmes des infusoires. (Voyez premier volume, planche XIV, figures 12, 13, 15, 17, 18, 19, 20 et 21.)

*Figures* 3, 4 *et* 5. — Fève de marais. Composition analogue à celle de la figure 5 de la planche XIV du premier volume. C'est une membrane articulée et roulée sur elle-même qui forme le cotylédon. Du dernier article de cette membrane articulée sort un germe qui, se soudant avec celui du cotylédon voisin, constitue l'embryon.

*Figure* 6. — Feuille naissante de la lentille d'eau. Similitude remarquable de cet organe avec celui de la figure 18 de la planche XIV du premier volume. Cette feuille, se recourbant sur elle-même, peut facilement constituer un ovule, tel que celui de la figure 6 de la planche VI du second volume.

*Figures* 7, 8 *et* 9. — Grains d'anthère du *Bigonia saccoides*, avec membrane interne, comme dans la figure 11 de la planche XIV du premier volume.

*Figures* 10 *et* 11. — Deux moitiés d'un stomate d'une feuille d'iris.

*Figures* 12, 13, 14, etc....., 24. — Grains d'anthère de la couronne impériale (*Fritillaria imperialis*). Ces grains, en éclatant, se sont ouverts.

*Figure* 25. — Stomate du tissu cellulaire de la feuille de la même couronne impériale.

*Figure* 26. — Utricule d'une baie de *Solanum tuberosum*, en *a* et *b*. Bourgeons naissants.

*Figure* 27. — Deux mêmes utricules accouplées bouche à bouche.

## PLANCHE XV.

*Figure* 1. — Cellules du tissu de la couronne impériale (*Fritillaria*). L'enveloppe de ces cellules est formée de filaments plus ou moins entre-croisés, comme dans un feutre.

*Figure* 2. — Grain d'amidon d'un fragment de pomme de terre assez chauffée au four pour gonfler beaucoup les utricules d'amidon, mais pas assez pour les désorganiser; on distingue à leur surface un feutrage serré.

*Figure* 3. — Utricule du tissu cellulaire d'une tige de *Cucurbita Pepo;* cette utricule émet ses organes internes.

*Figure* 4. — Autre utricule du tissu cellulaire de la même courge. Après l'accouchement, bouche très-dilatée. Toujours les mêmes organes émis.

*Figure* 5. — Formations utriculaires qui ont apparu autour des spongioles qui se sont développées à la surface de deux pommes de terre plongées dans de l'eau, par un point de leur surface. Deux colliers *f* et *f'* y étaient réunis entre eux par une utricule *g;* d'autres colliers et filaments réunissaient des colliers séparés *c* et *d*.

*Figure* 6. — Tissu cellulaire de la corolle de la courge. Un nombre considérable de cellules sont percées d'un orifice, duquel sortent des rubans terminés en forme de spatule. Cette extrémité montre un orifice. Plusieurs de ces rubans vont s'imposer sur les orifices d'autres cellules. De grosses utricules sphériques répandues à la surface émettent des lanières. Ces grains ronds sont sans doute des grains de pollen tombés sur la corolle, à une époque pluvieuse et relativement déjà froide de l'automne.

## PLANCHE XVI.

*Figure* 1. — Utricule d'une baie de *Solanum tuberosum* accouchant d'une multitude de filaments, dont un grand nombre, en tout ou en partie tournés en hélice, sont terminés par des cloches en forme de vorticelles. Parmi ces corps émis se voient aussi des rubans isolés et une multitude de granules ovoïdes de diverses grosseurs.

*Figures* 2, 3 *et* 4. — Grains d'anthère du *Fritillaria imperialis*. Dans les n^es^ 3, 4 et 6, on distingue nettement un ruban intérieur contourné sur lui-même.

*Figures* 5, 6 *et* 7. — Mêmes grains que les précédents commençant à émettre leurs rubans internes qui renferment toute leur fovilla. La constitution de ces rubans est en tout semblable à celle des lanières dont accouchent les animalcules d'infusion.

*Figure* 8. — Deux grains d'anthère du *Gentiana acaulis* accouplés, comme cela se voit si souvent chez les infusoires.

*Figure* 9. — Deux mêmes grains accouplés accouchant d'un ruban interne.

*Figure* 10. — Grain d'anthère de la pervenche.

*Figure* 11. — Deux grains d'anthère du *Phaseolus* unis par des rubans en hélice, comme des animalcules signalés dans le premier volume.

*Figures* 12, 13 *et* 14. — Grains d'anthère du *Gentiana acaulis* accouchant de rubans contournés en hélice. — Tous ces accouchements ont eu lieu pendant un temps froid et humide; plusieurs ont été provoqués par une chaleur artificielle.

## PLANCHE XVII.

*Figure* 1. — Trois grains d'anthères du *Narcissus-Pseudo-Narcissus*. Avant la sortie de leur ruban interne, on pourrait les croire munis d'une seconde enveloppe; il n'en est rien cependant. La ligne qui entoure l'organe interne n'est autre chose que le contour extérieur d'un peloton formé par un ruban enroulé sur lui-même et renfermé dans l'utricule.

*Figures* 2, 3, 4, 5, 6 *et* 7. — Rubans sortant de grains d'anthère du même *Narcissus-Pseudo-Narcissus*. Ils sont loin d'être entièrement sortis ; mais plus la partie extérieure s'allonge, plus le système interne diminue.

*Figures* 8, 9, 10 *et* 11. — Dans ces figures, le développement des rubans est beaucoup plus grand que dans les précédentes. — Ils sont, du reste, comme ceux des figures qui précèdent, terminés par un renflement en forme de spatule percée d'un orifice par lequel ils accouchent de la fovilla qu'ils contiennent. On en voit des exemples dans les figures 2, 6 et 10. Ces rubans sont, comme ceux qu'émettent les infusoires, composés de deux membranes, réunies sur les bords par des cordelettes, et qui renferment entre elles les granules fécondateurs, en les protégeant, d'une manière toute particulière, jusqu'à leur arrivée à l'ovaire.

*Figure* 12. — Grain d'anthère du *Primula auricula* accouchant par ses deux extrémités, comme certains infusoires qu'on a signalés au premier volume, à la figure 19 de la planche VIII.

## PLANCHE XVIII.

*Figure* 1. — Tissu cellulaire de la corolle du *Narcissus-Pseudo-Narcissus*, avec grains d'anthère, dont les rubans viennent parfois s'insérer dans les utricules du même tissu, ou seulement s'imposer sur leur ouverture.

*Figure* 2. — Grains polliniques du *Sidonia japonica* accouchant d'une multitude de petits granules, pas encore assez soudés ensemble pour constituer des membranes, mais assez rapprochés pour indiquer l'ébauche d'une lanière tournée en hélice.

*Figure* 3. — Grain d'anthère de la pervenche, dont la fovilla est déjà beaucoup mieux organisée en lanière.

*Figure* 4. — Grain semblable au précédent, dont la fovilla est réunie en une ébauche de ruban tourné en hélice et dont les circonvolutions constituent un espèce de cône tendant à s'arrondir à son sommet.

*Figure* 5. — Un grain semblable au précédent, mais émettant une lanière qui, entre ses deux bords, laisse apercevoir une double hélice. Ce travail n'était qu'ébauché dans l'exemple précédent.

*Figure* 6. — Cas à peu près pareil au précédent offert par un grain d'anthère du *Salix bicolor*, mais où la double hélice semble destinée à former plutôt une sorte de boyau rond qu'une lanière aplatie.

*Figure* 7. — Grain de pollen du *Phaseolus vulgaris*.

*Figure* 8. — Grain d'anthère du *Gentiana acaulis* émettant un large ruban composé de quatre hélices réunies.

*Figure* 9. — Poils du tissu cellulaire de la pervenche (*Vinca minor*). On peut reconnaître les grands rapports de l'organisation de ces poils avec les organes émis par les grains d'anthère ou même par d'autres cellules.

*Figure* 10. — Grain d'anthère de la pervenche. Le ruban émis est une ébauche plus avancée que dans la figure 2.

*Figure* 11. — Grain d'anthère du *Cucurbita Pepo* accouchant d'un long ruban dont toutes les parties ne sont pas aussi avancées les unes que les autres.

*Figure* 12. — Grain de pollen très-jeune du *C. Pepo*; il accouche sous l'influence d'une chaleur artificielle.

## PLANCHE XIX.

*Figure* 1. — Grain de pollen du *Cucurbita Pepo*, entouré de poils puissants. On y remarque une bouche en *a*, une seconde ouverture en *c* et deux opercules en *b* et *d*.

*Figure* 2. — Même grain accouchant de ses organes internes tournés en hélice et organisés en conferve encore inachevée, mais déjà articulée.

*Figure* 3. — Grain vide.

*Figure* 4. — Organes émis qui se sont constitués en cellules garnies de tire-bourres et en tire-bourres.

*Figure* 5. — Organes internes émis et articulés comme une conferve.

*Figure* 6. — Ruban émis, bordé, de chaque côté, par des tire-bourres.

*Figure* 7. — Vaisseau cylindrique qui s'est organisé dans une infusion de grains d'anthère du *Cucurbita Pepo.*

*Figure* 8. — Ruban émis, plat et articulé.

*Figure* 9. — Magnifique conferve émise d'un grain d'anthère.

*Figure* 10. — Grain vide avec ses opercules. Un de ceux-ci *b,* poussé en dehors par une cloche interne *c.*

*Figure* 11. — Autre ruban plat, bordé, de chaque côté, par une petite conferve, terminée elle-même par deux cloches.

*Figure* 12. — Organes émis d'un grain d'anthère et qui, d'abord étalés sans ordre aucun, se sont organisés, en une nuit, en tissus cellulaires.

## PLANCHE XX.

*Figure* 1. — Grain d'anthère du *Fritillaria imperialis,* émettant deux rubans par deux points différents de sa surface.

*Figures* 2, 3, 4, 5 *et* 6. — Grains d'anthère de primevère, associés par des rubans.

*Figures* 7 *et* 8. — Mêmes grains d'anthère, réunis en longues lignes.

*Figure* 9. — Deux grains d'anthère, unis ensemble comme les précédents. Ces deux grains, plongés dans de l'eau teintée avec de l'encre de la Chine, ont fini par attirer à eux une partie de la matière colorante du liquide et par donner ainsi à l'eau qui les entourait, sous les deux verres du porte-objet, une teinte plus foncée que celle du reste du liquide.

*Figure* 10. — Cellules de la baie du genévrier; elles sont bordées par des filaments parallèles, serrés les uns contre les autres par des cordelettes tournées autour de ces mêmes filaments. Elles sont constituées absolument de la même manière que certains infusoires décrits dans le premier volume, à la figure 13 de la planche VI, et certains travaux d'infusoires.

*Figure* 11. — Conferve articulée terminée par un organe rond comparable à la tête d'une chenille et trouvée dans le tissu cellulaire du filet des anthères de la courge.

*Figure* 12. — Tissu cellulaire découvert dans le parenchyme d'une baie de myrtille. Ces cellules sont séparées par un simple tire-bourre commun. Cette disposition est toute semblable à celle d'un travail d'animalcules de la figure 2 de la planche XVII du premier volume.

*Figure* 13. — Autres cellules de la même baie. Elles ont des bordures distinctes et formées de plusieurs fils réunis.

*Figure* 14. — Cellules de la feuille du *Tussilago petasites,* bordées, chacune, par un ruban articulé.

*Figure* 15. — Tissu cellulaire du choux commun. Les cellules y sont bordées par un tire-bourre commun à deux cellules voisines, comme dans la figure 12.

## PLANCHE XXI.

*Figure* 1. — Grosse utricule A d'une baie de *Solanum tuberosum.* Structure cellulaire on ne peut mieux indiquée. Vers la partie supérieure de cette utricule sont attachées, à l'extrémité de deux espèces de bourgeons, des griffes, en *a* et en *a'.* En *b* et *b',* on voit deux bourgeons implantés à la surface de la grosse utricule A. Sur le bourgeon *b'* lui-même sont implantés deux bourgeons attachés par la pointe. En *c, c', c''* et *c'''*, des bourgeons plus petits y sont attachés par la base; en $c^{iv}$ et $c^{v}$, de semblables organes sont fixés par la pointe.

La membrane cylindro-conique, qui a commencé en *q,* comme le bourgeon *b',* s'est ouverte et déroulée dans la direction *ng',* et, de sa partie centrale inférieure, sont sortis une multitude de corps identiques à ceux qui s'échappent des animalcules, aussi bien que des autres utricules végétales déjà explorées. Des bourgeons *fq'* sortent, mais en moins grande quantité, de semblables organes.

*Figure* 2. — Utricule B de la même baie. Enveloppe cellulaire. L'expansion cylindrique est une des ma-

nières dont se forment les bourgeons sur ces utricules. Ils sont dus à une lanière plus ou moins large et tournée sur elle-même. De cette utricule B est sortie une grosse cloche *c* avec son pédicule ou, autrement dit, son appareil caudal.

*Figure* 3. — De la bouche d'une utricule, dont on n'a dessiné ici que l'extrémité supérieure, sort un fort ruban, comme dans les cas précédents. Il se termine en forme de tuile, comme dans la figure 14 de la planche VI, et y protège aussi les corps émis de la grosse utricule sur laquelle il est inséré.

*Figure* 4. — Autre extrémité d'une utricule semblable à celles qui viennent d'être signalées. Le bourgeon inséré en *a, b, g* a été rompu en *hk*. On distingue parmi les corps émis la cloche *b*.

*Figure* 5. — Utricule D : 1, 2, 3. Cloches implantées par la pointe à la surface de la grosse utricule D. E, bourgeon pointu. De la bouche *bb'* sortent les organes internes de l'utricule D.

*Figure* 6. — Grande cloche, avec appendice en *gg'* et *b*, sortie de la grande utricule A.

*Figure* 7. — Griffe qui était attachée à l'utricule D.

*Figure* 8. — Grain d'amidon qui accompagnait les productions précédentes et qui a fini par se crever.

## PLANCHE XXII.

*Figure* 1. — Dans l'utricule A (*Solanum tuberosum*, ovule), la constitution cellulaire est semblable à celle de l'utricule A de la planche XXI, mais les bourgeons y sont beaucoup plus allongés. Multitude innombrable de corps en *i, f, e*, émis de l'intérieur du bourgeon. En *o*, cloche *m* insérée par sa queue sur l'expansion du bourgeon.

Quant au bourgeon *b*, au lieu d'être attaché par sa base, comme le bourgeon précédent, en *a*, il y tient par sa pointe, et de sa bouche, en *a'*, est sortie une forte lanière.

Le bourgeon, inséré en *c* par sa base, a produit un autre bourgeon *d*, d'où sortent des corps internes de la grande utricule A.

*Figure* 2. — Appareil cellulaire en forme de griffe, qui était attaché sur le corps A.

*Figure* 3. — Extrémité d'une grande utricule, d'où sortent, en *g* et *h*, des bourgeons. Le bourgeon *h* se termine par une griffe.

*Figure* 4. — Vorticelles *q* et *r* qui étaient autour de l'utricule A.

## PLANCHE XXIII.

*Figure* 1. — Ovules du *Solanum tuberosum*. Trois utricules, A, B, C, constituées comme celles des deux planches précédentes. Les bourgeons y sont très-développés et les bras de ces utricules se marient ensemble, ainsi que les corps qui en sont émis. Sur l'utricule B, on voit les bourgeons *a, b* et *c*. Le bourgeon *l* vient s'accoupler en *k* avec le bourgeon *g* de l'utricule C.

Sur l'utricule C, on voit les bourgeons *d, f', g, h, l'* et *m'*. Le bourgeon *h* se marie, en *e*, au bourgeon *k* de l'utricule A ; de ce dernier sort le bras *ft* avec son coude en *t*. En *g, m, n*, sur l'utricule A, sont insérées des lanières, à l'extrémité de l'une desquelles est la grosse cloche *b*.

## PLANCHE XXIV.

*Figure* 1. — Utricule A. (Tubercule du *Solanum tuberosum* trempé, par un bout, dans de l'eau, pendant une nuit.)

1° Bourgeon qui s'est développé dans l'eau. Il est attaché par sa base au tubercule. Il présente des expansions semblables à celles que nous avons reconnues aux ovules de la même plante dans les trois planches précédentes.

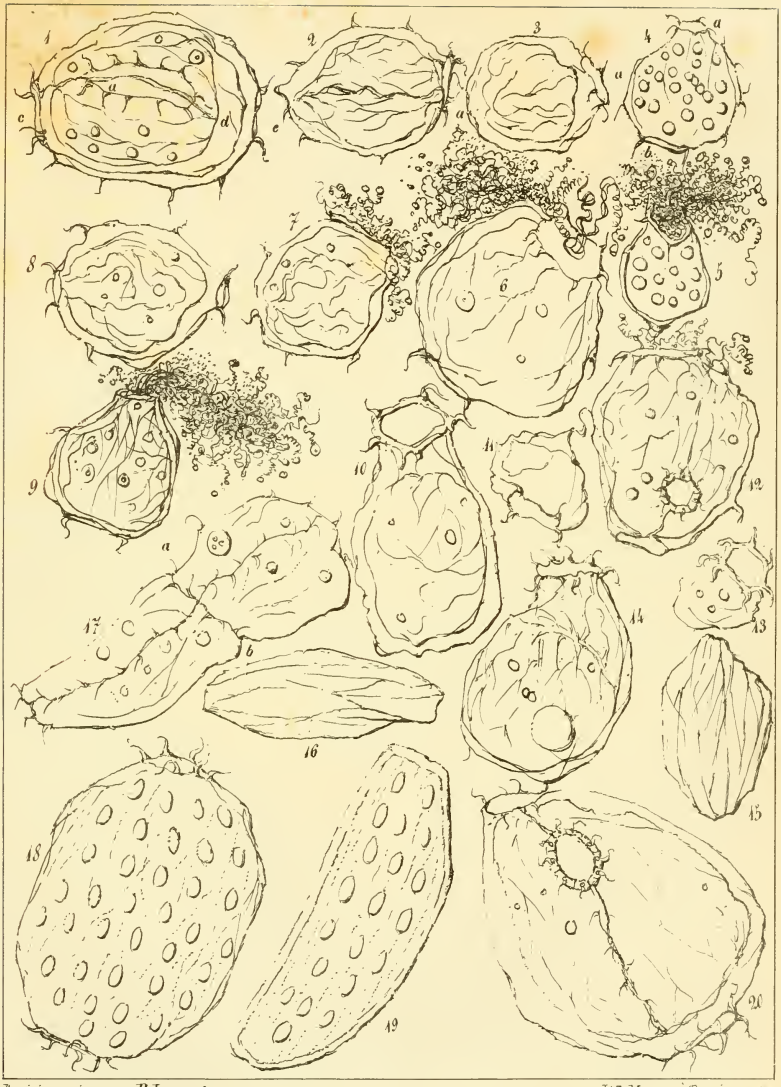
2° Bourgeons attachés par la pointe.
3° Bourgeon attaché par sa pointe, mais rompu à sa partie supérieure.
On voit qu'ici tout se passe comme aux utricules du parenchyme des baies du même *Solanum*.

FIN DE L'EXPLICATION DES FIGURES.

# ERRATA.

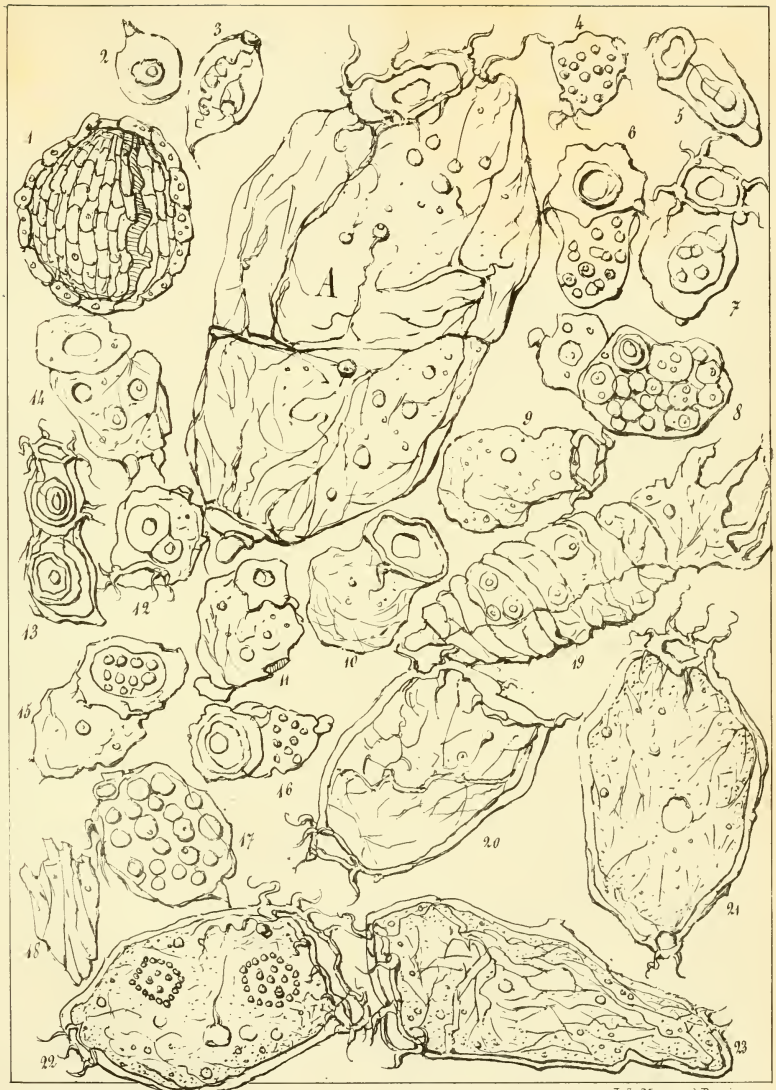
Page 8, dernière ligne, au lieu de *n°* 2, lisez : *n°* 12.
Page 15, avant-dernière ligne, au lieu de *Deraudole,* lisez : *Decandolle.*
Page 24, ligne 28, au lieu de *palmier,* lisez : *bananier.*
Page 25, ligne 30, au lieu de 12, lisez : 8.
Même page, ligne 32, au lieu de 12, lisez : 16.
Même page, ligne 34, au lieu de *figure* 5, lisez : *figure* 12.
Page 29, ligne 2, au lieu de *désigner,* lisez : *distinguer.*
Page 32, ligne 3, au lieu de *ne se voit plus que,* lisez : *ne se voit plus.*
Page 39, ligne 5, au lieu de *planche XV,* lisez : *planche XVI.*
Page 40, ligne 2, au lieu de *planche XVIII,* lisez : *planche XIX.*
Page 41, ligne 3, au lieu de *ses articulations,* lisez : *ces articulations.*
Même page, ligne 17, au lieu de *planche XVIII,* lisez : *planche XIX.*
Même page, ligne 23, au lieu de *planche X,* lisez : *planche XI.*
Page 45, ligne 23, au lieu de *planche XIX,* lisez : *planche XX.*
Page 51, ligne 15, au lieu de *figure* 2, lisez : *figure* 1.
Même page, ligne 17, au lieu de *figure* 11, lisez : *figure* 7.
Page 54, ligne 3, au lieu de *n°* 19, lisez : *n°* 11.
Page 61, ligne 20, au lieu de *o et a',* lisez : *o.*
Même page, ligne 24, au lieu de *deux corps,* lisez : *des corps.*
Page 63, ligne 27, au lieu de *en i et en a,* lisez : *en i.*
Même page, ligne 31, au lieu de *f,* lisez : *k.*
Page 65, ligne 23, au lieu de *utricule A en g,* lisez : *utricule A et n.*
Page 66, ligne 4, au lieu de *planche XXII,* lisez : *planche XXIV.*
Page 71, ligne 17, au lieu de *planche XV,* lisez : *planche XVI.*
Page 87, ligne 8, au lieu de *plus petites,* lisez : *plus petits.*
Même page, même ligne, au lieu de *qu'elles,* lisez : *qu'ils.*
Page 106, ligne 21, au lieu de *de bas en haut,* lisez : *de haut en bas.*
Page 108, ligne 17, au lieu de *est dépouillée de verdure,* lisez : *est relativement plus dépouillée de verdure.*
Page 117, ligne 7, au lieu de *extérieures,* lisez : *inférieures.*
Page 143, ligne 34, au lieu de *à combustion d'oxygène,* lisez : *à combustion.*

NANCY, IMPRIMERIE DE A. DARD, RUE DES PONTS, 4 *bis.*



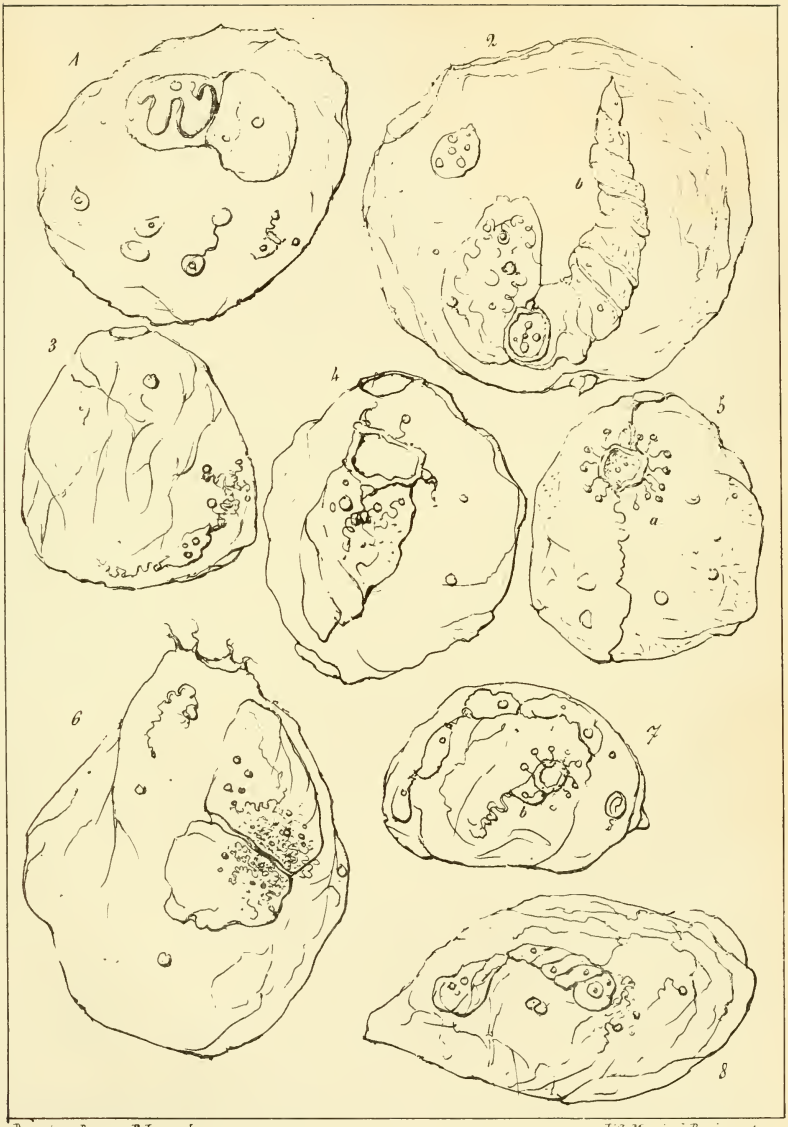

Dessiné sur pierre par P. Laurent.

Lith. Mougin à Remiremont.



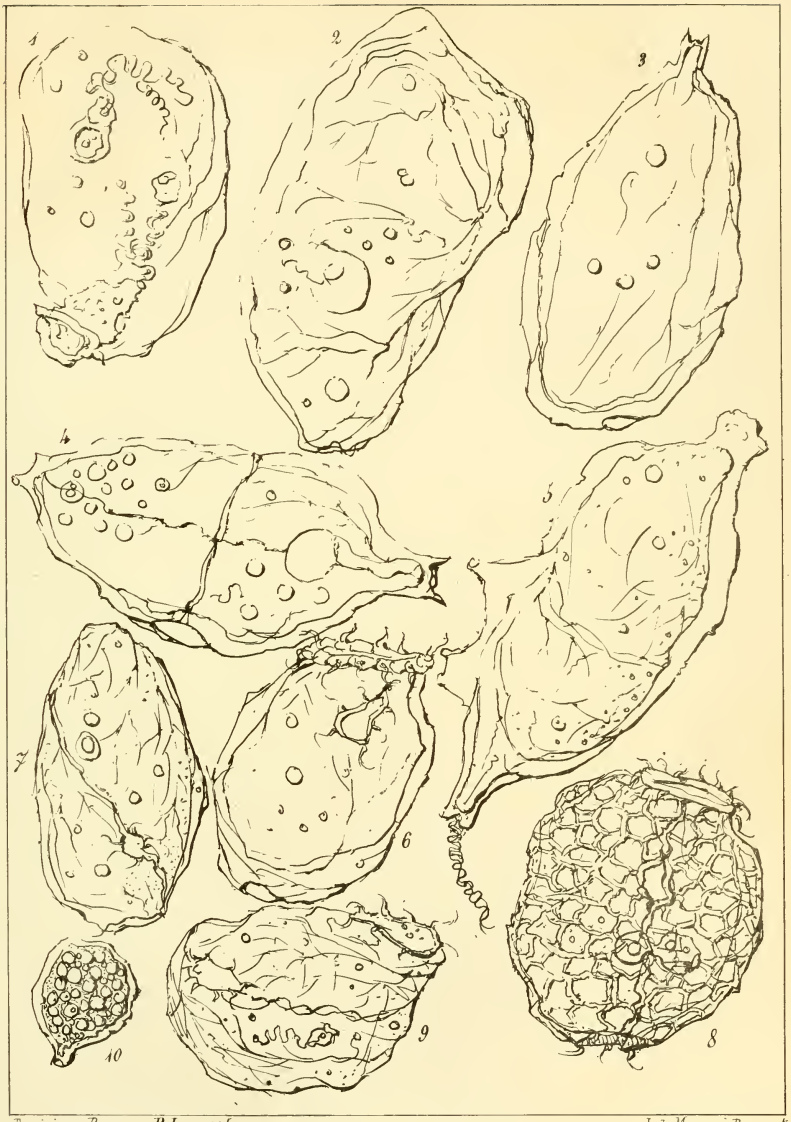

Dessiné sur pierre par P. Laurent.

Lith. Mougin à Remiremont



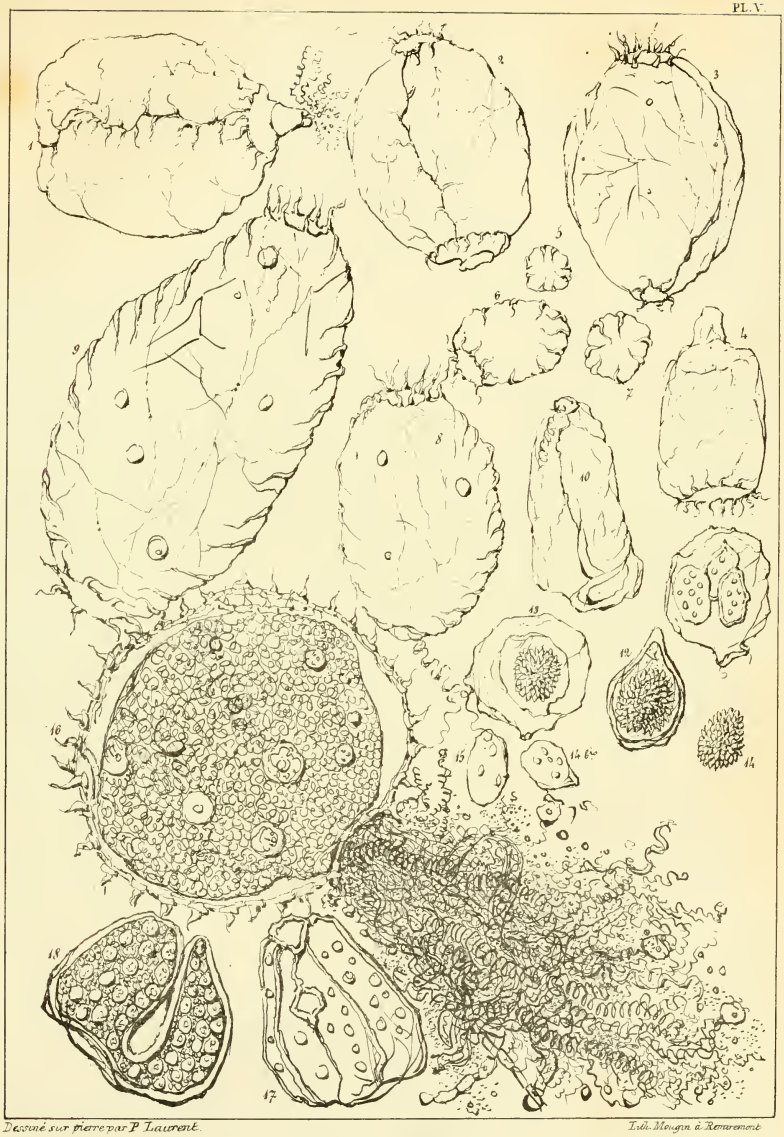

Dessiné sur Pierre par P. Laurent

Lith. Mougin à Remiremont



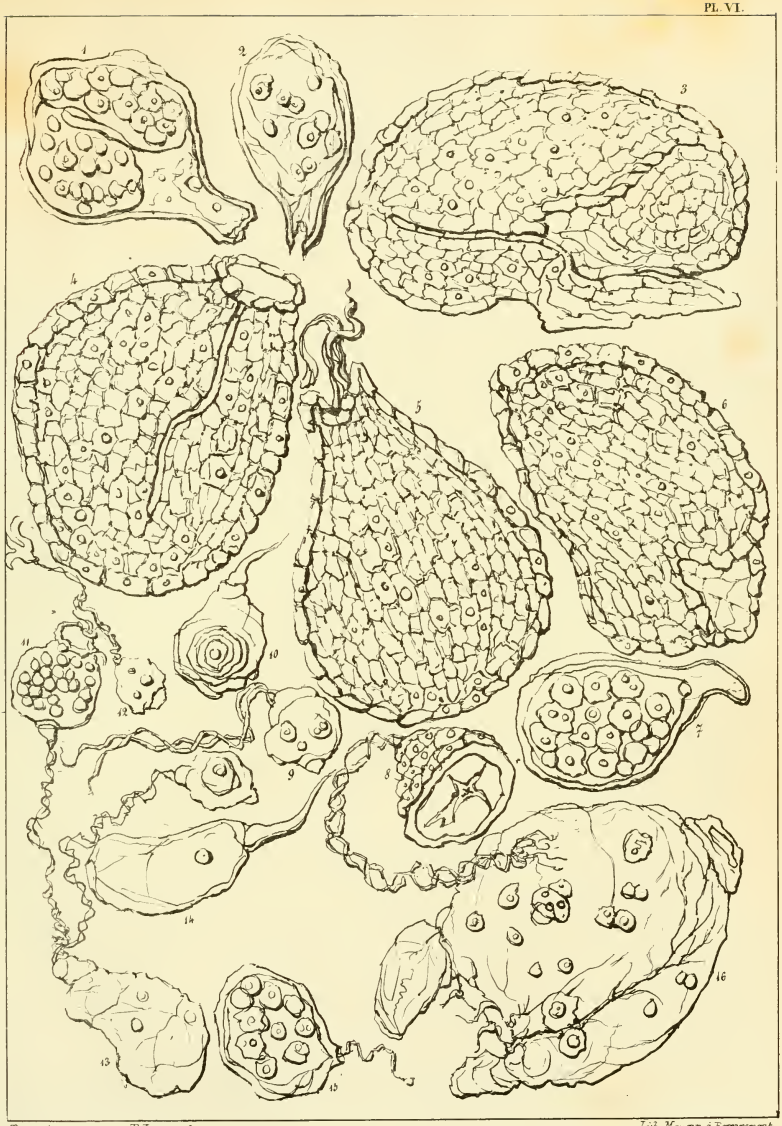

Dessiné sur Pierre par P. Laurent.

Lith. Mougin à Remiremt.



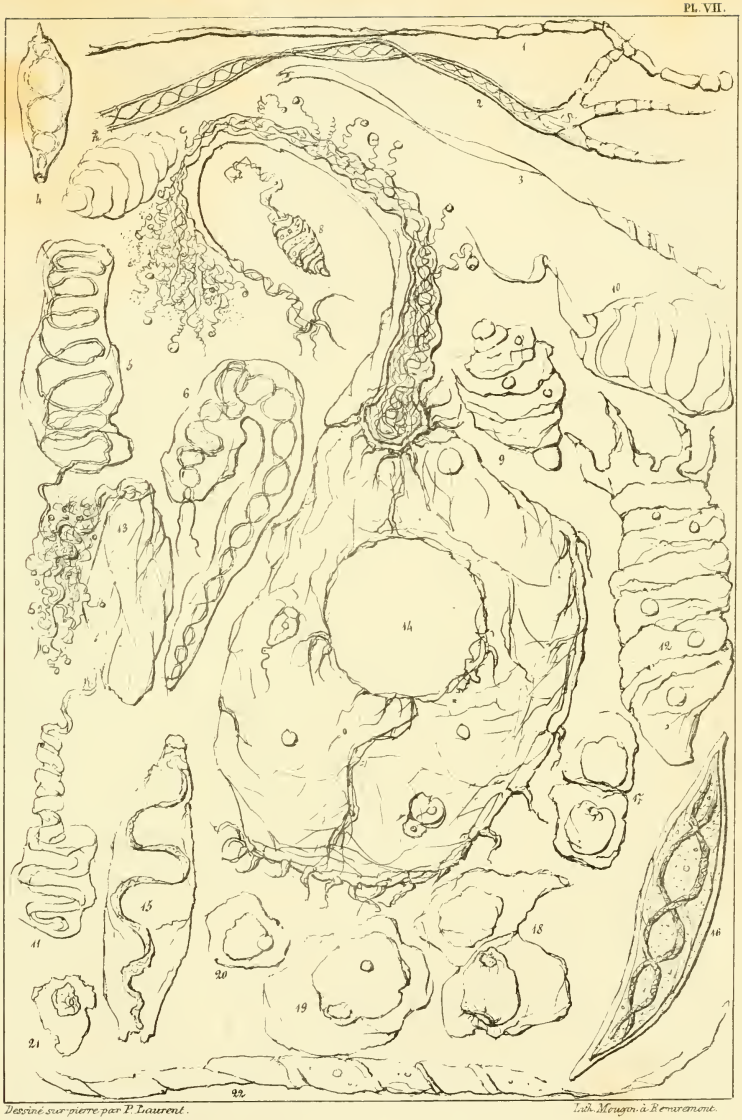

Dessiné sur pierre par P. Laurent.

Lith. Mougin à Remiremont



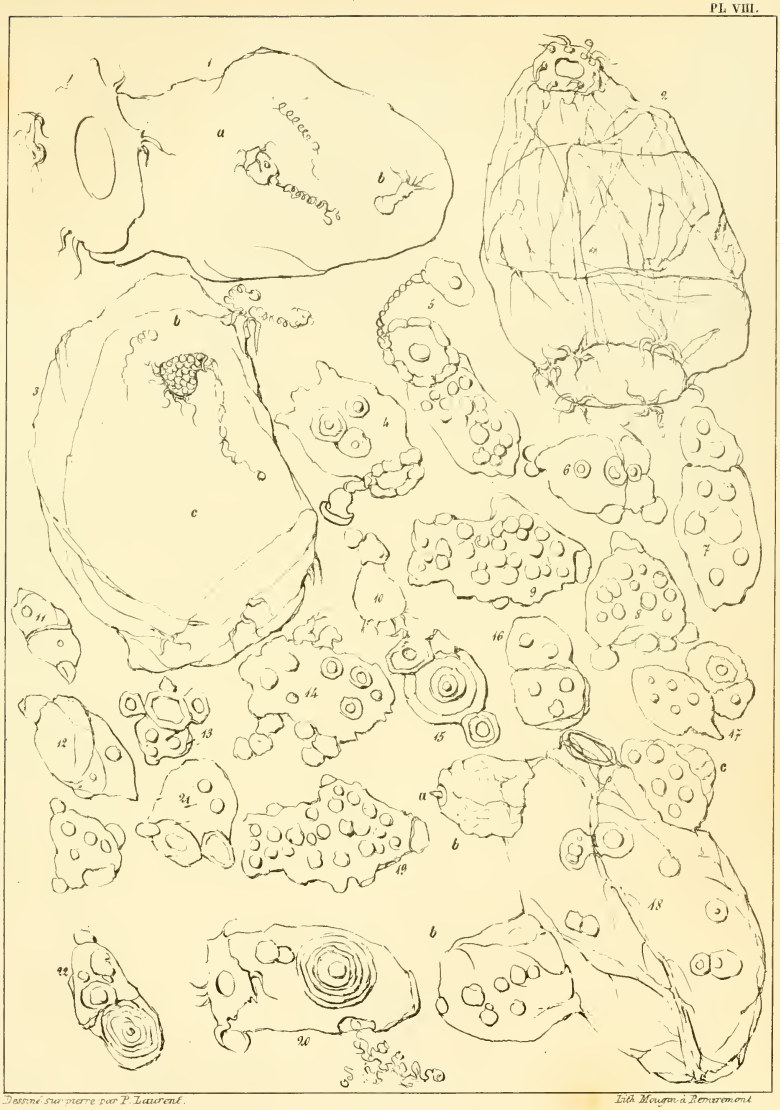

Dessiné sur pierre par P. Laurent.

Lith. Monjon à Remiremont.



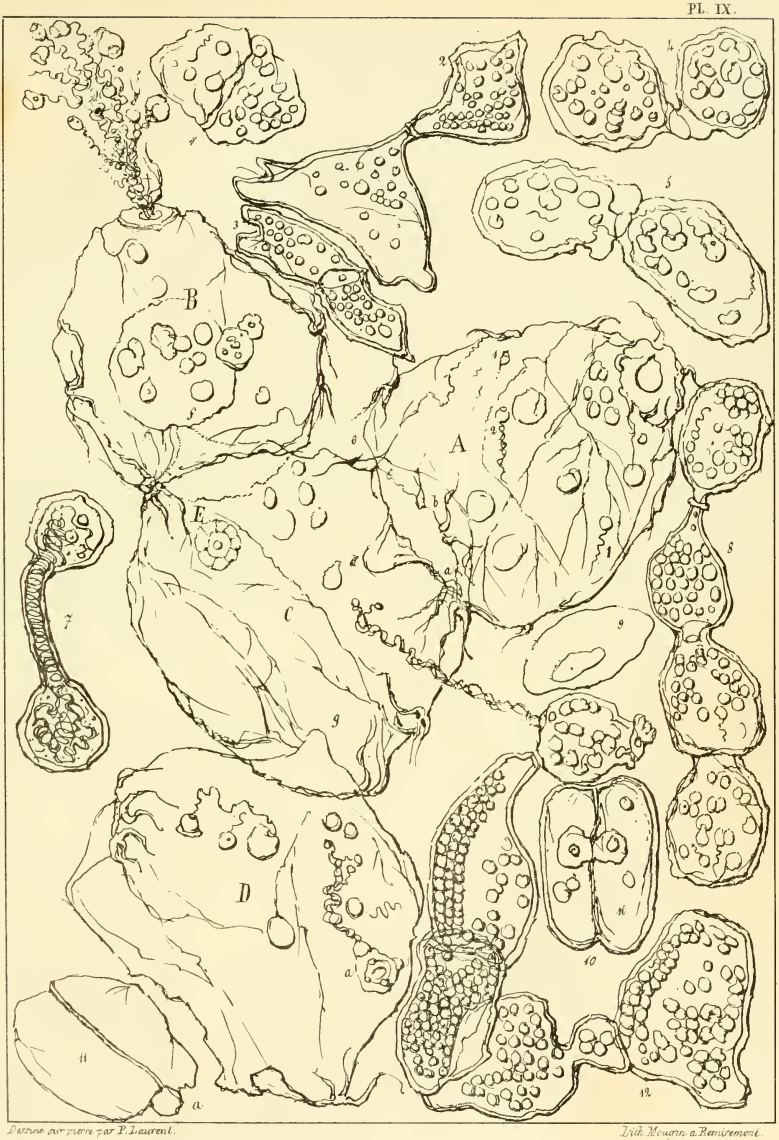

Dessiné sur pierre par P. Laurent.

Lith. Mougin à Besançon.



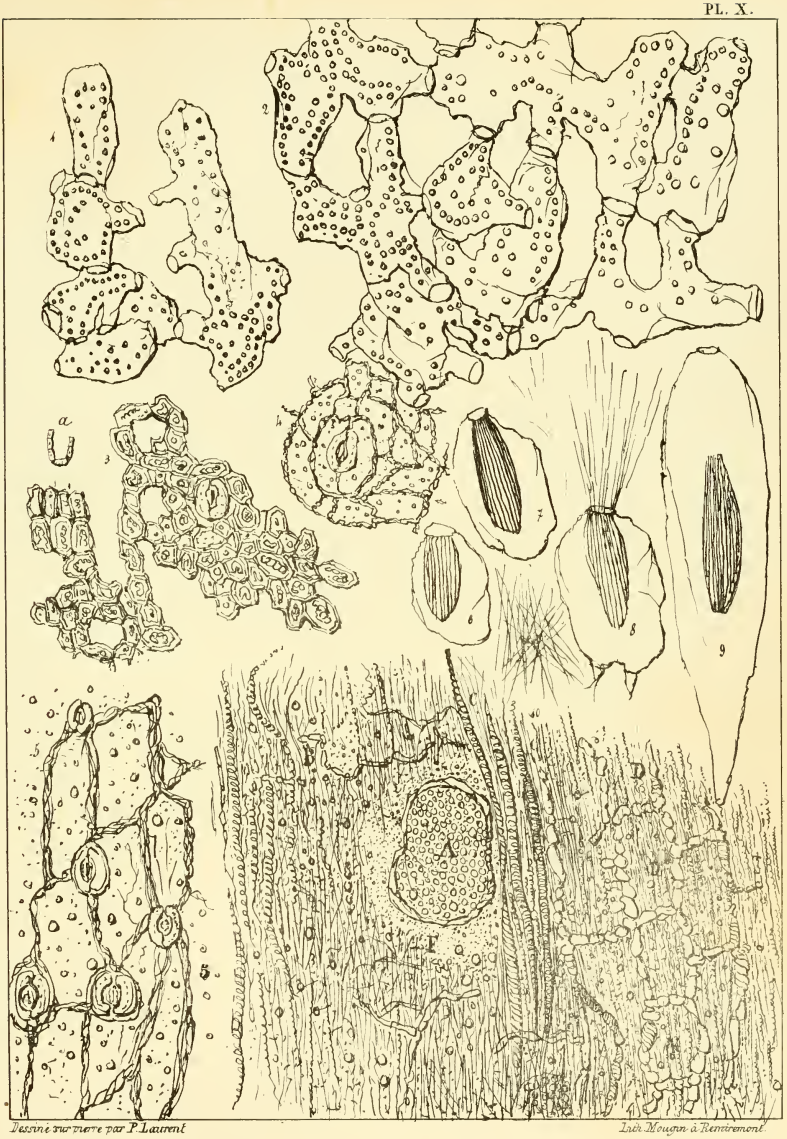

Dessiné sur pierre par P. Laurent.

Lith. Mougin à Remiremont.



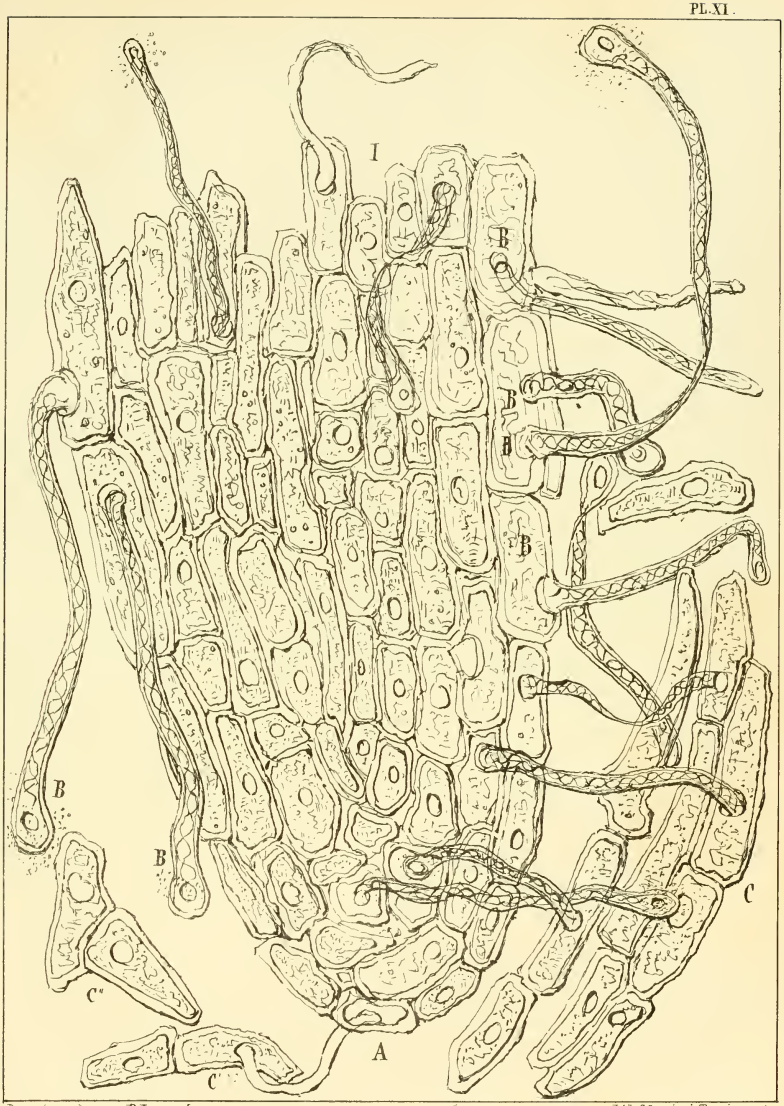

Dessiné sur pierre par P. Laurent.

Lith. Mourin à Remiremont.



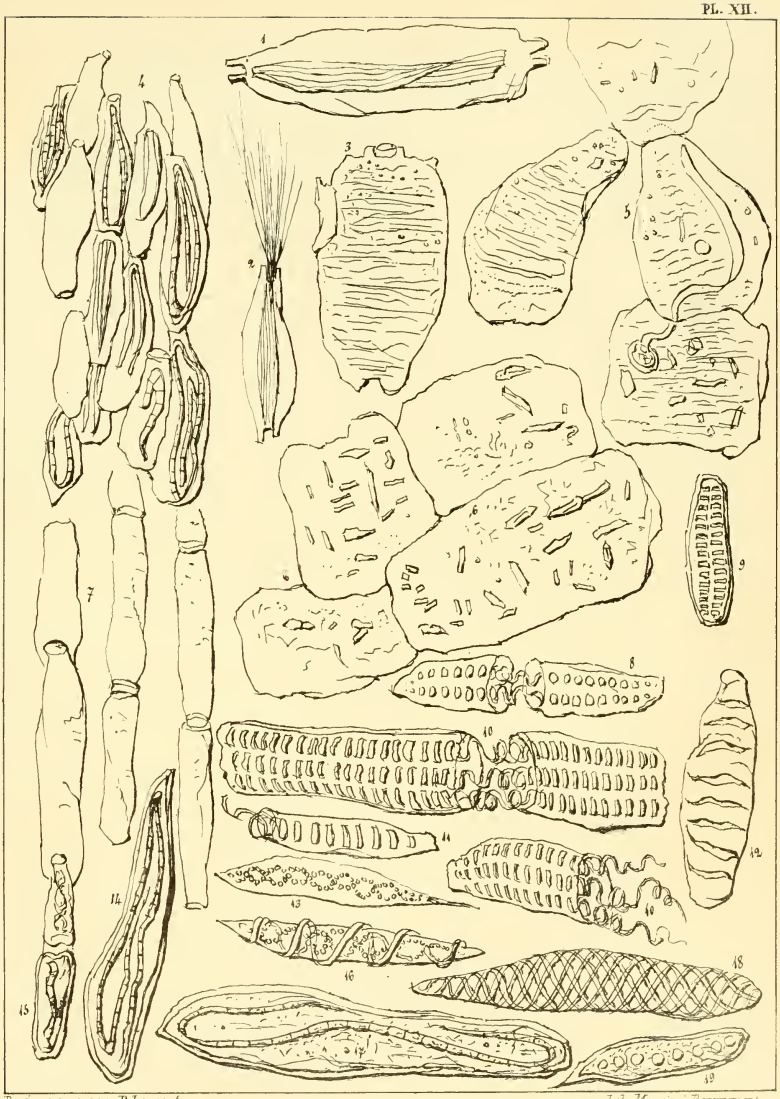

Dessiné sur nature par P. Laurent

Lith. Mougin à Remiremont



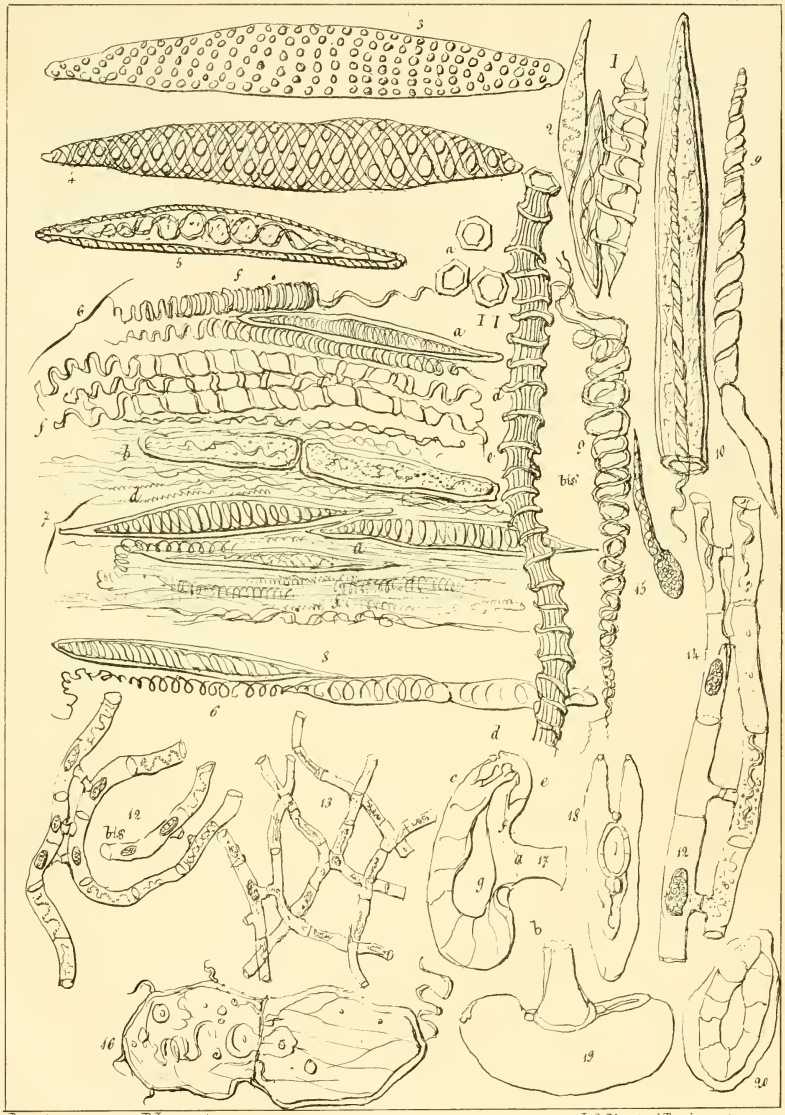

Dessiné sur pierre par P. Laurent.

Lith. Mougin à Remiremont.



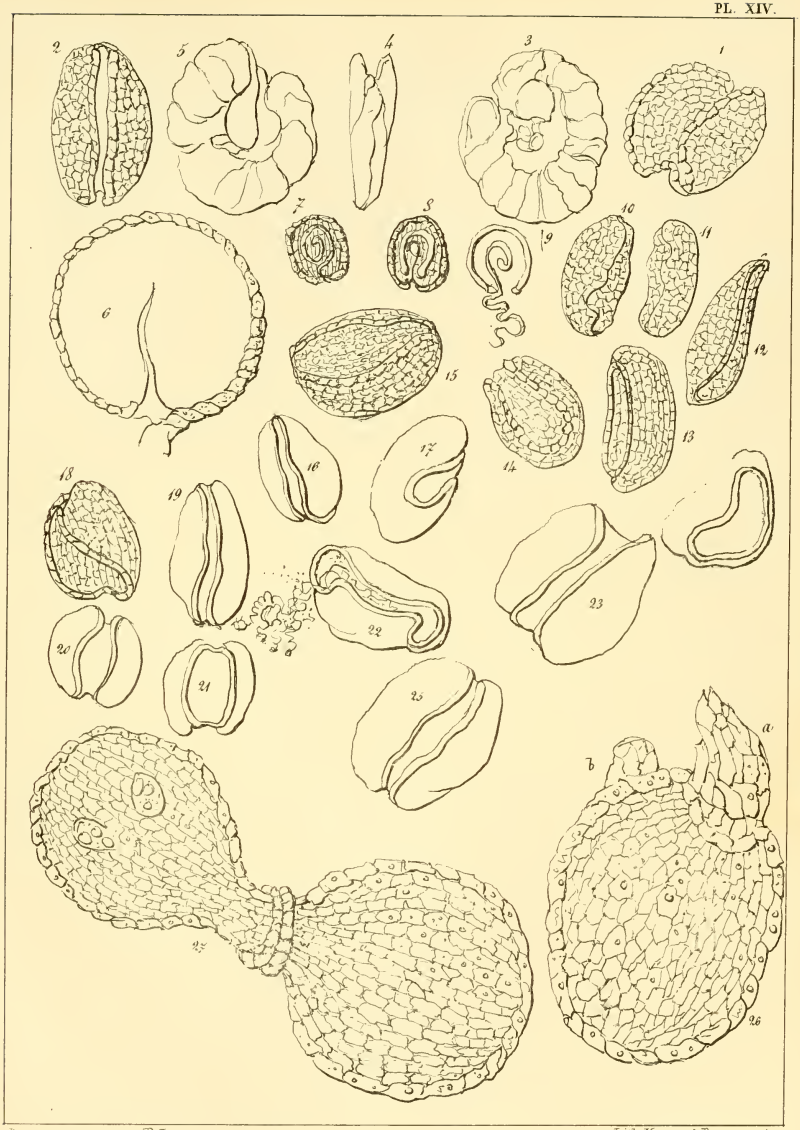

Dessiné sur pierre par P. Laurent.

Lith. Mougin à Remiremont



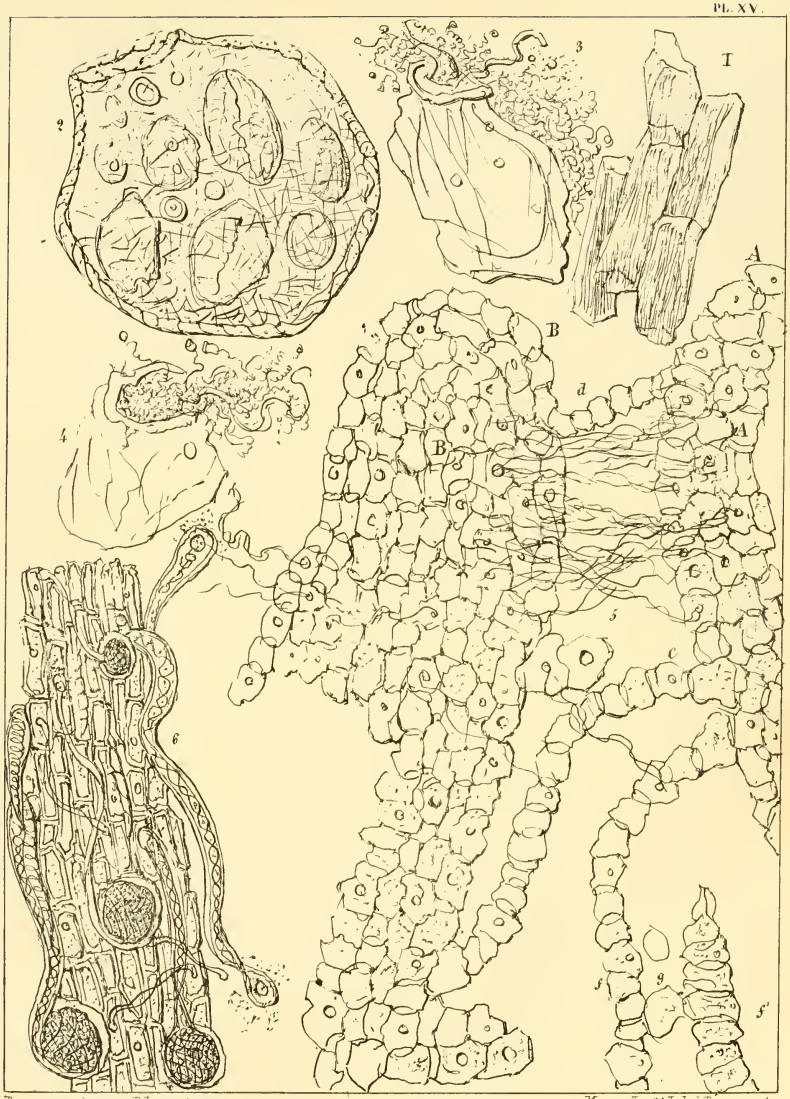

Dessiné sur pierre par P. Laurent

Lith. Mougin à Remiremont



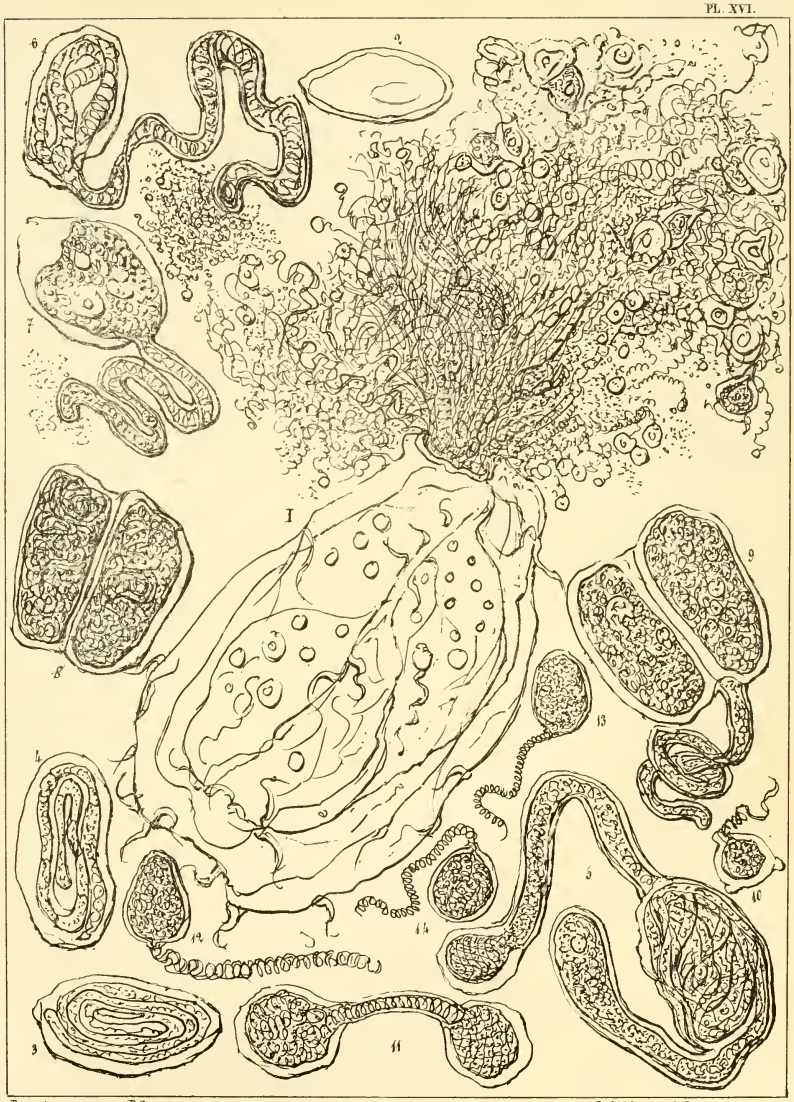

Dessiné sur pierre par P. Laurent

Lith. Mougin à Remiremont



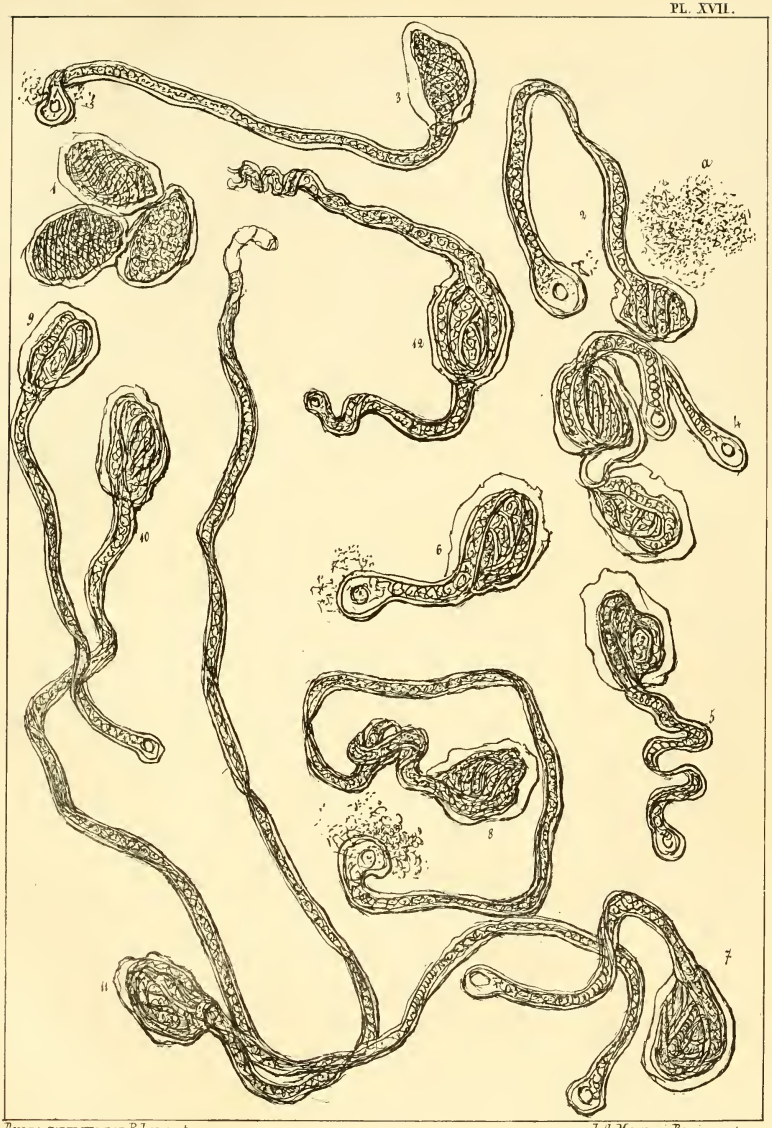

Dessiné sur pierre par P. Laurent

Mougin Imp.r & Lith. à Montremont.



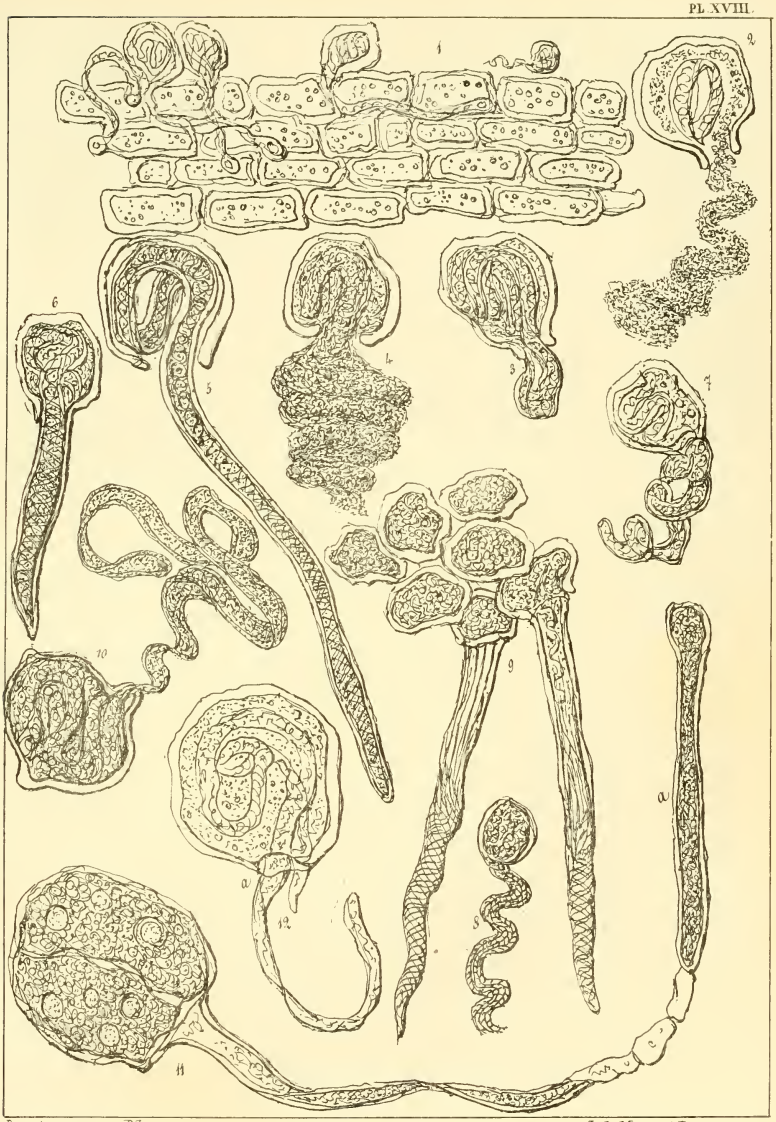

Dessiné sur pierre par P. Laurent

Lith. Mougin à Remiremont.



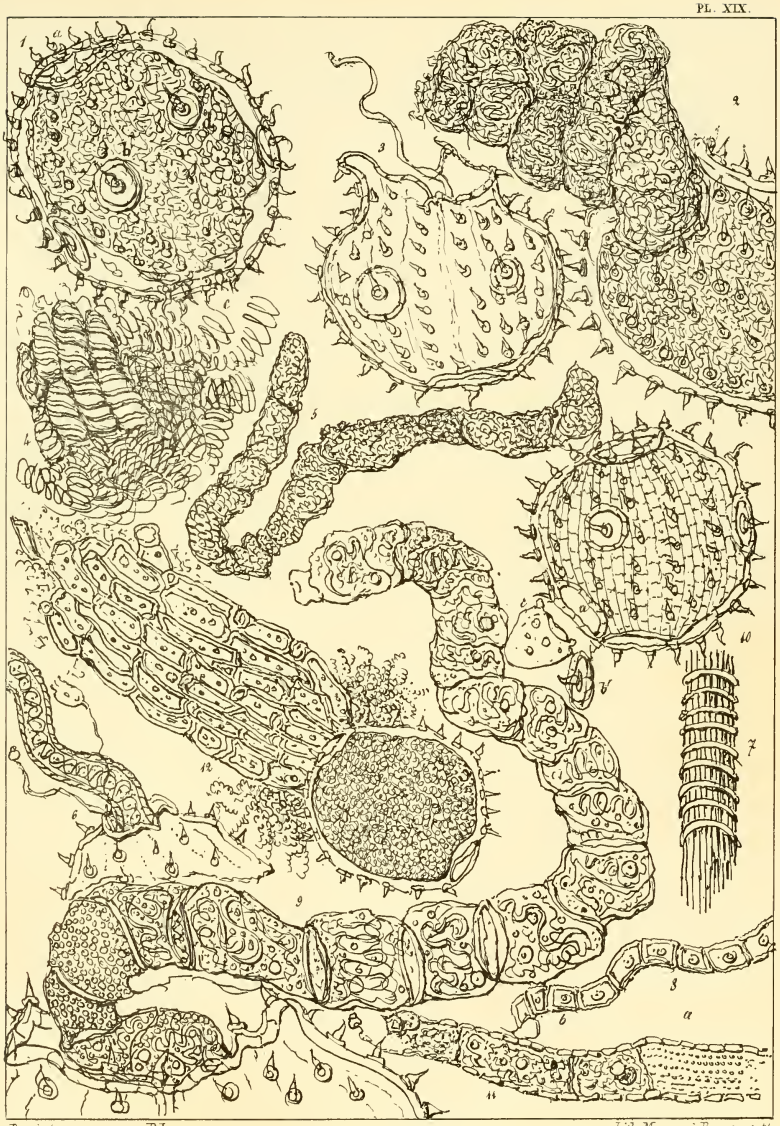

Dessiné sur pierre par P. Laurent

Lith. Mougin à Remiremont



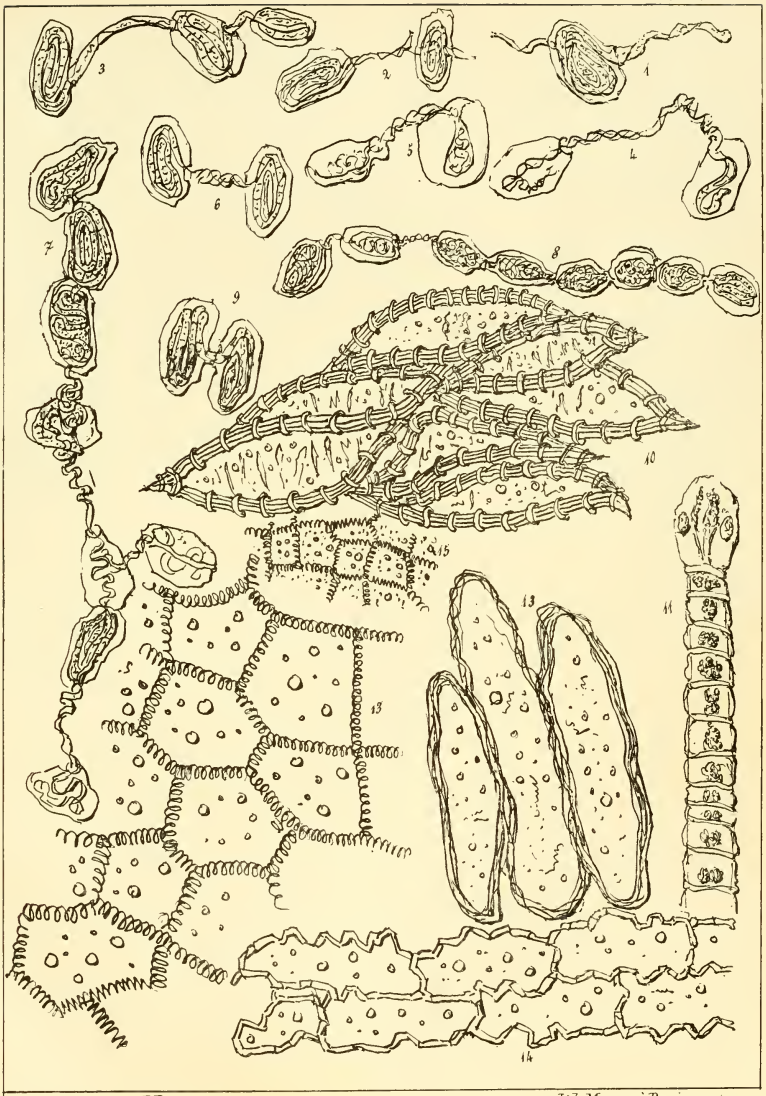

Dessiné sur nature par P. Laurent.

Lith. Mougin à Remiremont.



Dessiné sur pierre par P. Laurent.

Lith. Mougin à Remiremont.

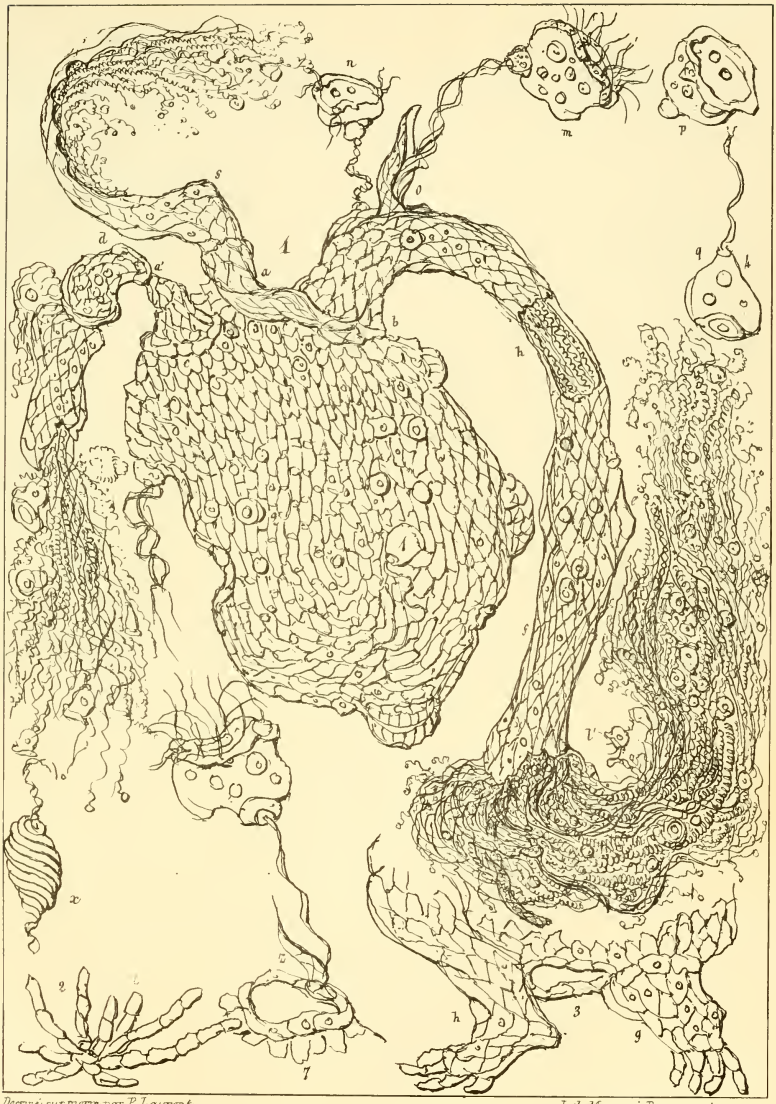



Dessiné sur pierre par P. Laurent

Lith. Mougin à Remiremont

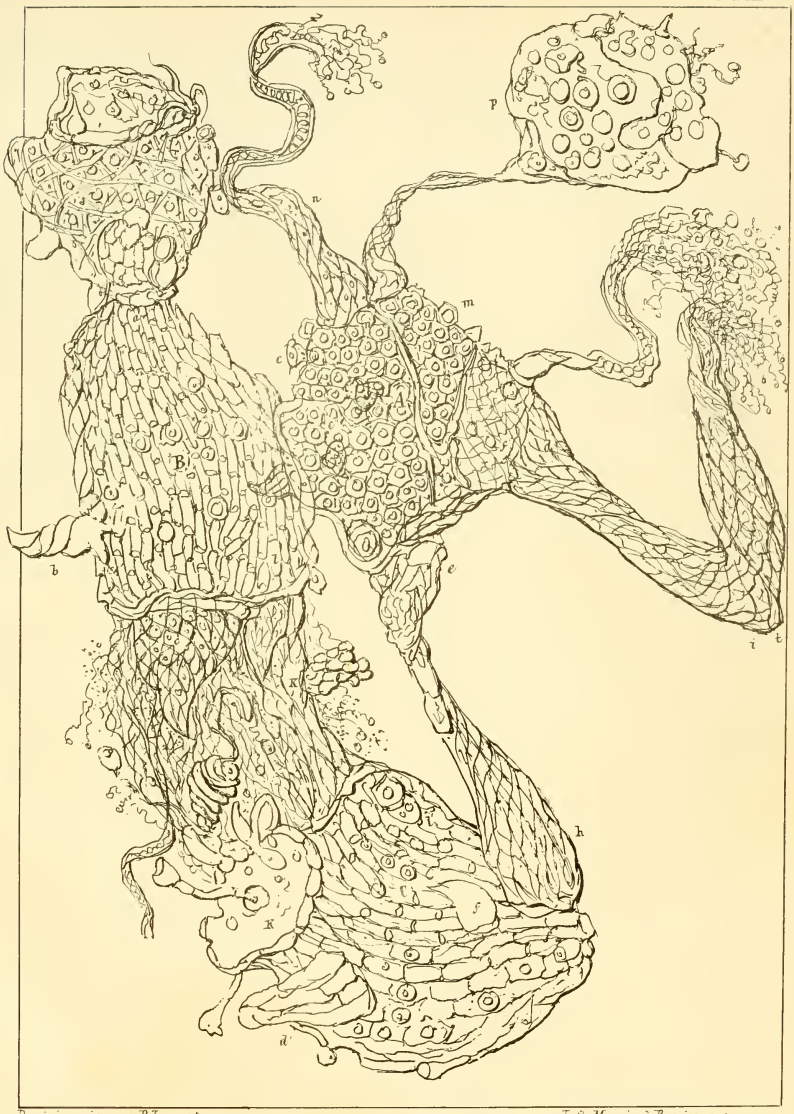
Dessiné sur pierre par P. Laurent.

Lith. Mougin à Remiremont.



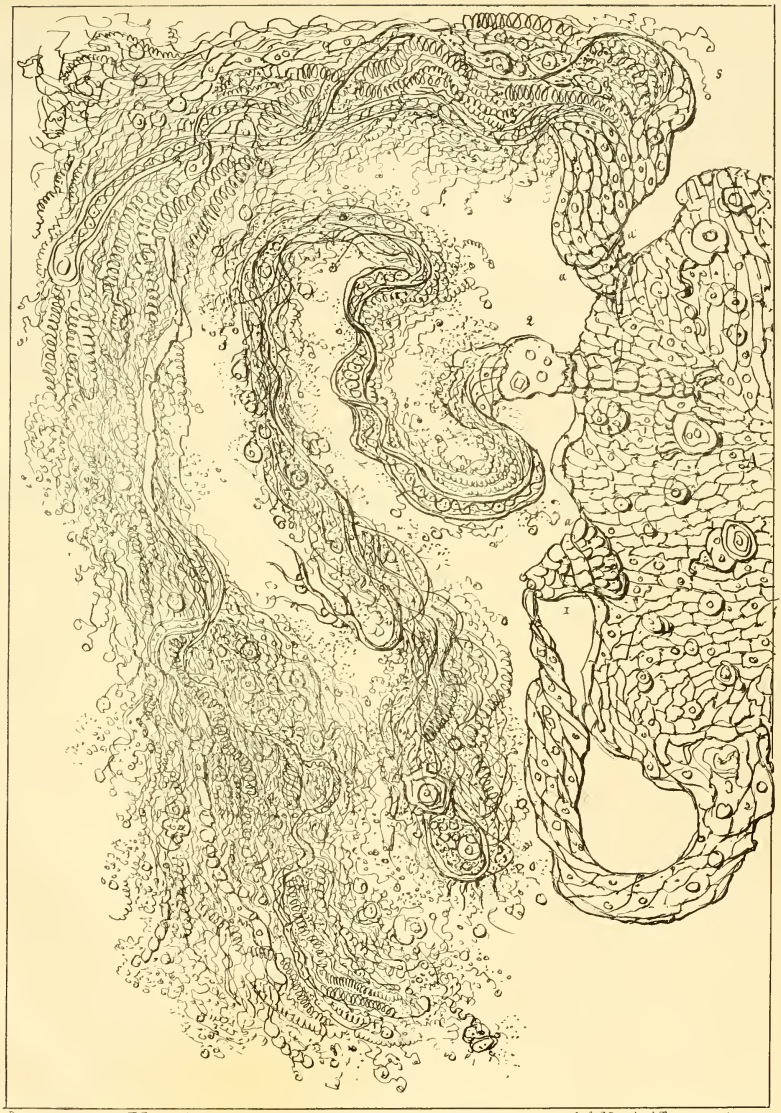

Dessiné sur pierre par P. Laurent

Lith. Mougin à Remiremont

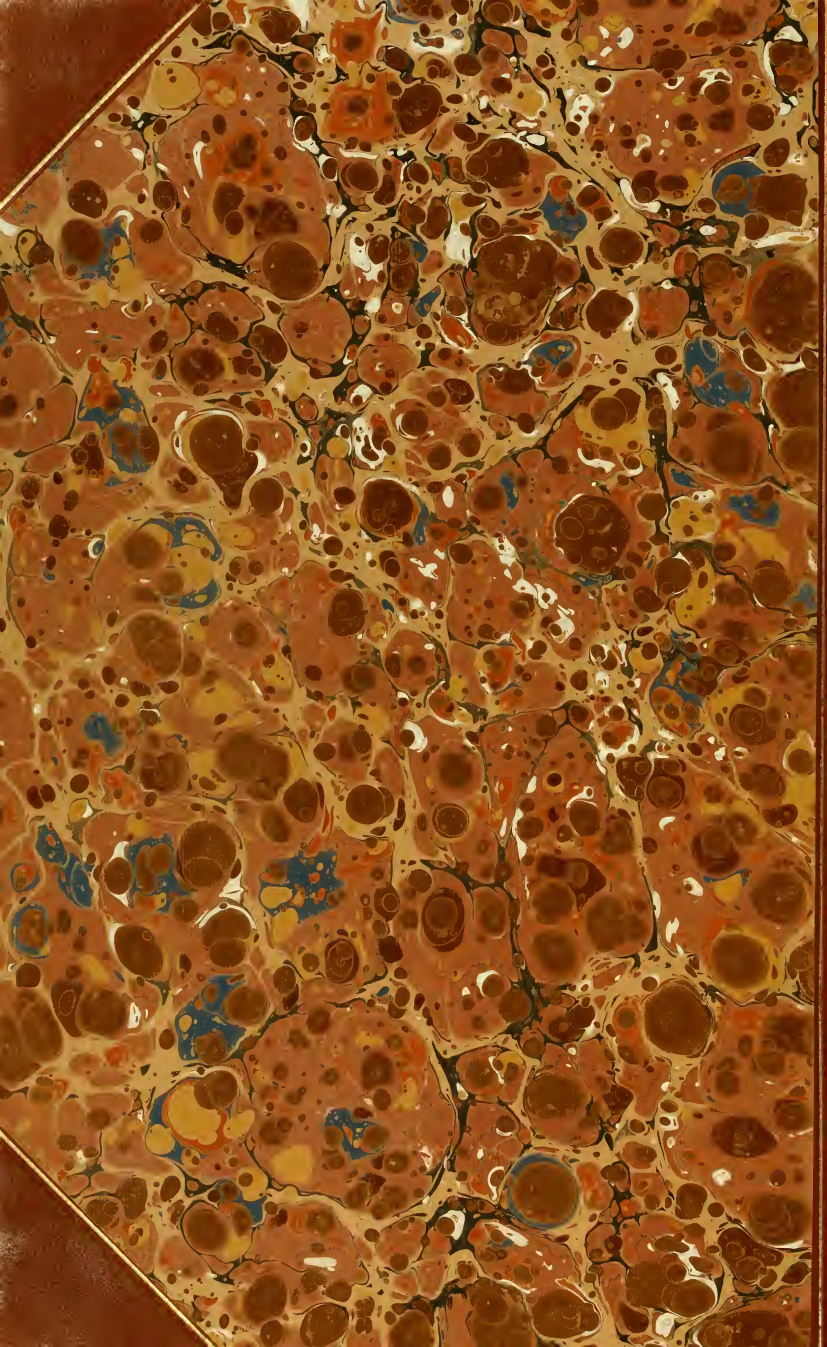



Dessiné sur pierre par P. Laurent.

Lith. Mougin à Remiremont.




Dessiné sur pierre par P. Laurent

Lith. Mougin à Remiremont

HAND BOUND BY
CAIN BOOKBINDERY
CAPE COD